This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

Luedecke, C.

Untersuchungen über Gesteine und Böden der Muschelkalkformation in der Gegend von Göttingen.

BRANNER
GEOLOGICAL LIBRARY

STANFORD UNIVERSITY LIBRARIES

J. C. Branner Coll.

Library

UNTERSUCHUNGEN

über

Gesteine und Böden der Muschelkalk-formation

in der Gegend von Göttingen.

INAUGURAL-DISSERTATION

zur

Erlangung der philosophischen Doctorwürde

vorgelegt der

Hohen philosophischen Facultät

der

Universität Leipzig

von

CARL LUEDECKE

Grossherzoglich-Hessischem Cultur-Ingenieur der Provinz Rheinhessen.

Abdruck aus der „Zeitschrift für Naturwissenschaften“
Band 65, S. 219. 1892.

Leipzig.
1892.

STANFORD LIBRARY

554131
L948

741358

STANFORD LIBRARY

Untersuchungen über Gesteine und Böden der Muschelkalkformation in der Gegend von Göttingen.

Ausgeführt in den Jahren 1889 und 1890 durch

Dr. Carl Luedecke,

Grossherzoglichen Kulturingenieur zu Mainz.

Hierbei Tafel III.

(Die zur Arbeit gehörigen Tabellen finden sich S. 106 bis 130.)

Die Formation des Muschelkalkes ist in der Gegend von Göttingen auf einer erheblichen Fläche zu beiden Seiten des Leinethales typisch entwickelt. Die drei Stufen, in welche allgemein die Formation eingetheilt wird: der Wellenkalk als unterste, der Mittlere Muschelkalk oder die Anhydritgruppe, und der in Trochitenkalk und Nodosenkalk (Thonplatten) getheilte Obere Muschelkalk, sind durch die petrographische Beschaffenheit der sie zusammensetzenden Gesteine und die in denselben enthaltenen organischen Reste deutlich unterschieden und leicht kenntlich. Sie werden in den in nächster Zeit erscheinenden Erläuterungen zu den seit einer Reihe von Jahren durch Herrn Professor von Könen bearbeiteten geologischen Spezialkarten in 1 : 25000 detaillirt beschrieben werden.

Ueber die verschiedene Beschaffenheit, welche die durch Verwitterung der Gesteine entstehenden Ackerböden zeigen, über den sehr verschiedenen landwirthschaftlichen Werth derselben fehlen bis jetzt noch alle eingehenderen Untersuchungen.

Der Verfasser unternahm es daher in den Jahren 1888 und 1889, die Böden der Muschelkalkformation nach dem jetzigen Stand der Bodenkunde näher zu untersuchen, in

der Hoffnung, dass diese Arbeiten neben der Erweiterung unserer Kenntnisse in diesem speziellen Theil der Bodenkunde vielleicht auch allgemeine Verhältnisse, die für die Beurtheilung der Konstitution und Entstehung des Bodens im allgemeinen von Werth sein könnten, an's Licht fördern würden.

Herr Professor von Könen, welcher seit Jahren die Umgegend von Göttingen geologisch durchforscht, hat den Verfasser theoretisch und praktisch in die Geologie des genannten Bezirks eingeführt, wofür ihm derselbe zu ganz besonderem Danke verpflichtet ist. Die grössere Zahl der für die Untersuchungen benutzten Gesteinsproben ist auf den zahlreichen Ausflügen, die unter Professor von Könen's Leitung unternommen wurden, gesammelt. Die Bodenproben wurden vom Verfasser stets an Stellen entnommen, an welchen die reine und unvermischte Beschaffenheit des anstehenden Bodens durch geologische Beschaffenheit und topographische Lage gewährleistet wurden. Die Bezeichnung aller Proben ist zweifellos die richtige.

Die chemischen Untersuchungen wurden im pedologischen Laboratorium des landwirthschaftlichen Instituts der Universität Göttingen, dessen Benutzung die damaligen Direktoren, der leider bereits verstorbene Herr Geh. Rath Prof. Dr. Drechsler und Herr Prof. Dr. Kirchner (jetzt in Leipzig) gütigst gestattet haben, ausgeführt.

Die petrographischen Untersuchungen sind zum grössten Theil im geologischen Institut der Universität Halle mit gütigst ertheilter Erlaubniss des Herrn Prof. Dr. K. v. Fritsch ausgeführt; der Verfasser hatte sich dabei des Beistandes seines Bruders Prof. Dr. O. Luedecke zu erfreuen, welcher die Resultate fortlaufend controlirt hat.

Allen Herren, welche durch liebenswürdige Unterstützung mit Rath und Mitteln die Untersuchungen gefördert haben, sei hierdurch der beste Dank abgestattet!

Nach der im April 1890 erfolgten Uebersiedlung des Verfassers nach Darmstadt wurde derselbe durch Herrn Landesgeologen Dr. Chelius auf ein Vorkommen des Muschelkalkes bei Michelstadt im Odenwald aufmerksam gemacht, und des Vergleiches wegen wurden auch diese Schichten

noch petrographisch untersucht. Die Proben hat der Verfasser an Ort und Stelle selbst gesammelt und hierbei auch das Vorkommen von Zellenkalk aus der Anhydritgruppe, welches bis jetzt an dieser Stelle noch unbekannt war, festgestellt. Die Untersuchungen wurden im Laboratorium der Grossherzoglich-Hessischen geologischen Landesanstalt ausgeführt, dessen Benutzung von dem Direktor Herrn Prof. Dr. Lepsius gütigst gestattet wurde, wofür der Verfasser demselben zu besonderem Danke verpflichtet ist.

Die Formation des Muschelkalkes, sowie dieselbe in Mitteldeutschland und speziell bei Göttingen und soweit dies erkennbar, auch in Michelstadt ausgebildet ist, zerfällt in drei deutlich unterschiedene Stufen:

1) der Wellenkalk, welcher die unterste Stufe bildet, besteht aus dünnplattigen, graugrünen Kalken mit wulstiger Oberfläche, zwischen welche feste Bänke, die vor allem für technische Zwecke ausgenutzt werden, eingelagert sind; und zwar sind dies nach Prof. von Könen zwei Oolithbänke, zwei Werkstein-(Terebratel-)bänke und drei Schaumkalkbänke. Meist bildet der Wellenkalk steile, mit spärlichem Gras oder prächtigem Buchenwald bestandene Abhänge; an den Stellen, wo die Oberfläche weniger stark geneigt ist, wird auch mit zweifelhaftem Erfolge Ackerbau getrieben.

2) Der Mittlere Muschelkalk oder die Anhydritgruppe enthält dolomitische dichte oder poröszellige Kalke und Mergel, welche leichter verwittern und flachgeneigte Abhänge bilden, die wegen ihres guten Bodens für die landwirthschaftliche Benutzung gesucht sind.

3) Der Obere Muschelkalk zerfällt in zwei Abtheilungen: a. den Trochiten- oder Encriniten-Kalk und b. die Thonplatten oder den Nodosen-Kalk.

3a) Der Trochitenkalk bildet sehr steile, mit grossen Steinen bedeckte Abhänge, welche, wie die des Wellenkalks, mit spärlichem Gras oder mit Wald bedeckt sind; in Lagen mit geringerem Gefälle wird auch hier Ackerbau mit nur zweifelhaftem Erfolg getrieben, da der Boden leicht und meist auch sehr flachgründig ist. Für technische Zwecke sind diese reinen, sehr festen und vielfach dickbankigen

Kalke sehr gesucht und werden in vielen Steinbrüchen ausgebeutet.

3b) Die Nodosenkalke (Thonplatten) enthalten meist dünnplattige, graue Kalke mit glatter Oberfläche mit schwachen Zwischenlagen von Thon; sie bilden Steilhänge ähnlich dem Wellenkalk. Auf den Flächen mit schwachem Gefälle entsteht aber ein schwerer, kräftiger Thonboden, der gutes Ackerland liefert. Für technische Zwecke, vor allem für Herstellung von Kleinschlag zur Beschotterung der Strassen werden diese Schichten vielfach verwendet. Zum Brennen sind diese Kalke aber nicht mehr geeignet.

Ausser den zur Muschelkalkformation gehörigen Kalksteinen wurden noch anhangsweise die zum diluvialen und alluvialen Tuffkalk gehörigen Gesteine untersucht. Die hierher gehörigen Kalksteine sind abgesetzt aus dem Wasser der Quellen, welche am Grunde der Muschelkalkformation hervorbrechen und bedecken erhebliche Flächen der Thalsohlen.

Diese verschiedenen Stufen des Muschelkalkes sind in der Natur meist deutlich von einander zu unterscheiden, um so mehr muss es auffallen, dass die bereits angedeutete grosse Verschiedenheit der daraus hervorgehenden Ackerböden nirgends erwähnt wird. Da die Verschiedenheit der Böden den in der verschiedenen Beschaffenheit der Gesteine, aus welchen dieselben entstehen, ihren Grund hat, so haben wir zunächst die letzteren in Bezug auf ihre bei der Bodenbildung wesentlich in Betracht kommenden Bestandtheile untersucht, und zwar a) chemisch in Bezug auf die in Chlorwasserstoffsäure löslichen Bestandtheile und b) petrographisch den unlöslichen Rückstand in Bezug auf die Mineralien, welche darin enthalten sind.

I. Untersuchung der Gesteine.

A. Chemische Untersuchungen der in kochender concentrirter Salzsäure löslichen Bestandtheile der Gesteine.

Tabelle I.

Die Gesteine wurden bei 110 % getrocknet und in kochender concentrirter Salzsäure gelöst (mehrere Stunden gekocht); der verbliebene unlösliche Rückstand wurde bei

110° getrocknet, gewogen und darin der Glühverlust bestimmt. Einzelne Proben (W. 8, Tr. 11) wurden dann weiter mit kochender concentrirter Schwefelsäure behandelt.

Die Proben M 9, Tr 4 und 7 wurden zunächst in verdünnter Salzsäure gelöst, dann die Rückstände in concentrirter Salzsäure gekocht und die hier verbliebenen Rückstände nochmals mit concentrirter Schwefelsäure resp. Königswasser behandelt, wie am Kopfe der Tabelle angegeben ist.

Nach jedem Auskochen mit Säure wurde der Rückstand auch mit Natriumcarbonat und etwas Aetznatron ausgekocht, um die abgeschiedene lösliche Kieselsäure quantitativ zu bestimmen.

Die Salzsäure-Lösung wurde mit etwas Salpetersäure zur Trockne eingedampft und die in Lösung gegangene Kieselsäure bestimmt; im Filtrat davon wurde Eisen und Thonerde zugleich mit der Phosphorsäure durch Ammoniak gefällt. Der Niederschlag wurde wieder gelöst und in einem Theile die Phosphorsäure nach der Molybdän-Methode, in dem andren Theile Eisen und Thonerde bestimmt. In einem kleinen Theile des Filtrats vom Eisen-Thonerde-Niederschlag wurden Kalk und Magnesia bestimmt und der ganze Rest des Filtrats zur Bestimmung von Schwefelsäure, Kali und Natron verwendet.

Mangan wurde stets ausgefällt, da aber meist nur ganz geringe Mengen davon vorhanden waren, so wurde dasselbe nicht weiter quantitativ bestimmt.

Die Kohlensäure wurde in einer besonderen Probe gewichts-analytisch bestimmt.

Der in Salzsäure unlösliche Rückstand wurde in einer grossen Platinschale wiederholt mit concentrirter Schwefelsäure befeuchtet und letztere dann abgeraucht; die löslichen Stoffe wurden dann mit verdünnter Salzsäure ausgezogen und in dieser Lösung bestimmt. Der Rest des Rückstandes wurde mit Natriumcarbonat gekocht und die Menge der in Lösung gegangenen Kieselsäure bestimmt.

Sämmtliche Resultate wurden auf Procente des bei 110° getrockneten Gesteins berechnet und in Tabelle I zusammengestellt.

Die Menge des in verdünnter Salzsäure unlöslichen Rückstandes wurde noch an zahlreichen Gesteinsproben bestimmt und die Resultate in Tabelle III eingetragen; ferner wurden auch noch öfter als Lösungsmittel Essigsäure und Phosphorsäure verwendet.

Die in den in Säuren unlöslichen Rückstände enthaltenen Mineralien wurden, soweit dies möglich war, mit Hülfe des Polarisations-Mikroskops bestimmt. Die Resultate befinden sich im nächsten Abschnitt (Tabelle III).

Der Glühverlust entsteht zum grössten Theil durch das Verbrennen der in allen Gesteinen vorhandenen und mikroskopisch nachgewiesenen organischen Substanz; wasserhaltige Mineralien, die beim Glühen Wasser abgeben könnten, können — wenn überhaupt — nur in sehr geringer Menge vorhanden sein.

In Salzsäure lösliche kieselsaure Verbindungen sind nur in sehr geringer Menge, jedoch überall, vorhanden: im Wellenkalk und Trochitenkalk 0,03 %—0,08 % und im Mittleren Muschelkalk findet sich 0,07 bis 0,17 lösliche SiO_2, während die Probe M. 12 an verdünnte erwärmte Salzsäure 5,59 % abgab.

Etwas grösser ist die Menge der Silikate, die sich beim Kochen mit Salzsäure zersetzen und die Kieselsäure abscheiden. Die Menge dieser dann in Natriumcarbonat gelösten Kieselsäure ist am geringsten in Tr: 11 = 0,68 %, am höchsten ist der Gehalt in M 9, einem Mergel des Mittleren Muschelkalkes, welcher nach dem Aufschliessen mit verdünnter Salzsäure bereits 8,2 % lösliche Kieselsäure abgab; die Behandlung mit concentrirter kochender Salzsäure konnte nur noch weitere 0,65 % in Lösung bringen.

Die Gesammtmenge der gelösten Kieselsäure beträgt im Wellenkalk 2,35%, im Mittleren Muschelkalk 1,6—2,7% (und 9 % im Mergel), im Trochitenkalk 0,7—2,5 % und in den Thonplatten 1,18 %.

Eisenoxyd und Thonerde wurden in den meisten Fällen nicht von einander getrennt; die in Salzsäure gelösten Mengen dieser Stoffe können sehr verschiedenen Verbindungen entstammen. Die eigentliche Thonsubstanz

(kieselsaures Aluminium) löst sich jedoch erst in concentrirter kochender Schwefelsäure.

Die Lösungen von Wellenkalk und Mittlerem Muschelkalk sehen meist grün oder gelbgrün aus, und es lassen sich darin bedeutende Mengen von Eisenoxydul nachweisen. Aehnlich verhalten sich die Thonplatten, während die Lösungen des Trochitenkalkes, des Schaumkalkes, der Oolith- und Terebratelbänke meist gelb und braun aussehen und nur wenig Oxydul enthalten.

Die Analyse des Wellenkalkes ergiebt 2 % in Salzsäure lösliches Eisenoxyd und Thonerde, und von letzterer noch 1,35 %, die in concentrirter Schwefelsäure löslich ist. Eine zum Vergleich daneben gestellte Analyse von Eck hat 1,29 % ergeben.

Im Mittleren Muschelkalk ist ebenfalls wenig Eisenoxyd und Thonerde in löslicher Form vorhanden, ca. 2—3 %, nur Nr. 9 (Mergel) macht wieder eine Ausnahme, denn es sind hier in verdünnter Salzsäure löslich 6 % (wovon aber nur wenig Eisen zu sein scheint); in concentrirter Salzsäure sind weitere 3 %, also in Summa 9—10 % löslich und zwar zum bei weitem grössten Theil Thonerde! Es ist anzunehmen, dass diese bedeutende Menge Basis mit der löslichen Kieselsäure in Verbindungen vorhanden ist, die sich in verdünnter Salzsäure bereits zersetzt. Die übrigen Basen Kali und Natron sind nur in geringer Menge vorhanden.

Die Menge des löslichen Eisenoxydes und der Thonerde im Trochitenkalk ist gering, 2—3 %.

Aus Trochitenkalk Tr4 löste kalte verdünnte Salzsäure 0,2 % Eisenoxyd, erwärmte concentrirte aus dem Rückstande noch 0,41 %, die bei weitem grösste Menge wurde durch langes Kochen mit Königswasser gelöst. Dieser letzte Theil des Eisenoxydes (1,67 %) und jedenfalls auch der Thonerde ist hier im Glaukonit (Grünerde) enthalten, woraus dieselben ausgezogen werden, während das Kieselskelett zurückbleibt, wie die mikroskopische Untersuchung zeigte. Der Glaukonit bildet hier das Versteinerungsmittel der Echinodermen (Encrinus liliformis); in dem Rückstande der

Analyse konnte man die Gitterstructur derselben vollständig entfärbt noch recht schön erkennen.

Eigentliche Thonsubstanz ist im Trochitenkalk sehr wenig vorhanden; die quantitative Bestimmung glückte nur einmal bei Tr 11, es war hier in concentrirter Schwefelsäure löslich 0,03 % Thonerde.

In den Thonplatten beträgt der Gehalt an Eisenoxyd und Thonerde ca. 2 %; das Eisen ist hier zum grossen Theil als Oxydul vorhanden.

Mangan war stets nur in sehr geringer Menge vorhanden, es wurde quantitativ nicht bestimmt.

Die Hauptmasse der Gesteine wird selbstverständlich durch die Karbonate des Calcium und Magnesium gebildet. Die Analysen zeigen, dass Wellenkalk, Trochitenkalk Nr. 4 und 7 desgl. auch Thonplatten nur geringe Mengen Magnesia enthalten. Tr. 11 ist ein oolithisch-dolomitischer Trochitenkalk und enthält 5% MgO. Noch wesentlich mehr (11—17 %) enthalten sämmtliche Gesteine des Mittleren Muschelkalkes; es sind dies sämmtlich dolomitische Kalke.

Tabelle II enthält eine Zusammenstellung unserer und einiger anderer über diesen Gegenstand veröffentlichten Analysen, bei denen der geologische Horizont, dem die Probe entstammte, angegeben war.

Der Gehalt an Magnesiumcarbonat beträgt im göttinger Wellenkalk 0,25 %. Lang giebt dafür an 2,7 und 2,9 %. Auffallend ist der hohe Magnesiagehalt, den Pfaff für Schaumkalk angiebt: 7,7 %. Die göttinger Schaumkalke lösten sich stets so leicht in verdünnter Salzsäure und Essigsäure, dass uns niemals der Verdacht aufgestiegen ist, dass dieselben bemerkenswerthe Mengen Magnesia enthalten könnten.

Eck giebt für einen unteren Wellenkalk von Rüdersdorf einen Gehalt von 5,1 % an $MgCO_3$ und für einen oberschlesischen nach Analyse von Grundmann 2,0 $MgCO_3$, während E. E. Schmidt für Schaumkalk von Jena 1 % Mg CO_3 Gehalt notirt.

Der Gehalt der Gesteine des Mittleren Muschelkalkes an Magnesiumcarbonat schwankt nach unseren Analysen zwi-

schen 24,4 und 38,1 %; Pfaff giebt davon wesentlich abweichend 9,40 % an.

Berechnet man das procentische Verhältniss zwischen $CaCO_3$ und $MgCO_3$, so erhält man:

Probe	$CaCO_3$	$MgCO_3$
M2	62,6	37,4
M3	58,9	41,1
M4	55,8	44,2
M9	64,6	35,4
M7b	62,0	38,0
M11	60,5	39,5
M12	64,3	35,7
Pfaff	86,2	13,8
Col. Bergfreiheit (Oberschlesien)	54,6	45,4

Dagegen enthält Dolomit:

I. $Ca\,CO_3 + Mg\,CO_3 = 54,4 + 45,6$

II. $3\,Ca\,CO_3 + 2\,Mg\,CO_3 = 64,2 + 35,8$

III. $2\,Ca\,CO_3 + Mg\,CO_3 = 70,4 + 29,6.$

Es entsprechen also etwa M 9 und M 12 Dolomit II, der von Col. Bergfreiheit Dolomit I. Ein Gestein, welches weniger Kalk enthält als Normaldolomit (I), kommt nach den Untersuchungen nicht vor; es müssen vielleicht sämmtliche Gesteine als Gemenge von Calciumcarbonat mit Dolomit oder überhaupt von Calciumkarbonat und Magnesiumcarbonat angesprochen werden.

E. E. Schmidt giebt für den Mittleren Muschelkalk von Jena an, dass häufig echte Dolomite vorkommen, oft waltet aber auch der Kalk so vor, dass nur 1 % $Mg\,CO_3$ vorhanden ist.

Der normale Trochitenkalk enthält nur geringe Mengen Magnesiumcarbonat (1—2 %), der oolithisch-dolomitische dagegen ca. 5 %. Die geringste Menge giebt Pfaff an, 0,1 % $MgCO_3$.

In den Thonplatten schwankt der Gehalt an $MgCO_3$ nach den vorliegenden Analysen zwischen 0,4 und 2,9 %.

Einen sehr geringen Gehalt zeigt auch der diluviale und alluviale Tuffkalk; nach zwei Analysen von Professor Wicke enthält er nur 0,1—0,3 % $Mg\,CO_3$. Der Tuffkalk ge-

hört überhaupt zu den reinsten Kalksteinen, welche vorhanden sind. Zahlreiche Analysen von Kalken ähnlichen Ursprungs, die als Wiesenkalk, Alm etc. bezeichnet werden, weisen ähnliche Zusammensetzung dieser Bildungen nach.

Der Gehalt an Kali und Natron, das sich in Säure löst, ist in den meisten Gesteinen nicht bedeutend; von den eigentlichen Gesteinen zeigen die zum Mittleren Muschelkalk gehörigen die grössten Mengen, im Maximum 1,1 % Alkalien in M 4, während der Mergel M 9 1,3 % aufweist. Schon kalte verdünnte Salzsäure löst aus letzterem 0,3 % Alkalien, während weitere 0,8 % durch kochende concentrirte Salzsäure ausgezogen werden. Dieses verschiedene Lösungsverhältniss zeigt, dass die Alkalien in sehr verschiedenen Verbindungen vorhanden sind. Die Bemühungen, diese Verbindungen durch die mikroskopische Untersuchung zu bestimmen, sind leider erfolglos geblieben, denn einmal ist die Menge dieser Mineralien an und für sich gering, dann zeigen aber die unter dem Mikroskop sichtbaren Gesteinreste und Splitter meist keine krystallographisch umgrenzten Figuren und befinden sich in allen möglichen Stadien der Zersetzung, so dass eine Bestimmung derselben überhaupt unmöglich wird. Jedenfalls sind diese Verbindungen auch gar keine fest typirten Mineralien, sondern Zersetzungsproducte von den nachgewiesenen Feldspäthen, Glimmern etc. in allen möglichen Stadien der Verwitterung.

Auch die Thonplatten enthalten relativ beträchtliche Mengen von Kali (0,8 %) und Natron (nicht quantitativ bestimmt). Im Trochitenkalk dagegen ist die Menge der löslichen Alkalien am geringsten.

Die Phosphorsäure findet sich oft nur in Spuren, immer ist ihre Menge sehr klein (Max. 0,14 in M 4). Auch sie befindet sich in verschieden löslichen Verbindungen, wie Tr 4 zeigt, wo verdünnte Salzsäure, dann concentrirte Salzsäure und schliesslich Salpetersäure nach einander aus derselben Probe neue Mengen Phosphorsäure auflösen. Es scheint, als wäre sie hier theilweise mit dem Glaukonit verbunden gewesen.

Auch die Schwefelsäure findet sich nur in sehr geringen Mengen, 0,02—0,26 %. In dem Mergel M 9 findet

sich dagegen 1,57 %, und unter dem Mikroskop konnte hier das Vorhandensein von Gypskrystallen constatirt werden.

Es gelang auch öfter, nachzuweisen, dass durch Kochen mit Natriumcarbonat Schwefelsäure und Kalk in Lösung gebracht wird, was auf das Vorhandensein von Anhydrit oder Cölestin deuten würde. Die Mengen waren stets minimal.

Spuren von Kupfer wurden öfter bemerkt.

B. Menge und mineralogischer Bestand des in verdünnter Salzsäure unlöslichen Rückstandes.

Tabelle III.

Zur Bestimmung der Menge des in verdünnter (1HCl + 3 H_2O) erwärmter Salzsäure unlöslichen Rückstandes wurden 10 gr des Gesteins abgewogen, gelöst, der Rückstand auf gewogenem, trocknen Filter aufgefangen, getrocknet und im Wägeglas gewogen. Die Resultate dieser 81 Bestimmungen enthält die zweite Reihe der Tabelle III.

Für die mikroskopische Untersuchung wurden meist 50 gr Gesteine in verdünnter (bei reichlichem Vorhandensein von Magnesiumcarbonat erwärmter) Salzsäure, Essigsäure, oder Phosphorsäurelösung gelöst. Durch Schlämmen mit vielem Wasser in der Schale wurden dann die feinsten (leichtesten) Theile von den groben und schweren getrennt, und jedes der drei Schlämmproducte für sich untersucht. Dieselben wurden für die mikroskopische Beobachtung in Wasser, Glycerin und Canadabalsam eingetragen. Die Untersuchung in Wasser und Glycerin ist für diese Art Objecte die geeignetste, denn der Unterschied des Brechungsvermögens der festen Substanz und der Flüssigkeit lässt die äussere Gestalt, das Relief, gut hervortreten, während dasselbe in Canadabalsam meist fast ganz verschwindet. Auch im auffallenden Lichte wurde häufig beobachtet. Im Ganzen wurden 753 Präparate untersucht.

Die Gesteine von Michelstadt im Odenwald wurden auf dieselbe Weise wie die von Göttingen untersucht.

NB. In der nachfolgenden Beschreibung bedeutet: W. Wellenkalk, S. Schaumkalk, M. M. Mittlerer Muschelkalk, Z. Zellenkalk, Tr. Trochitenkalk, Th. Thonplatten = Nodosenkalk.

1. Menge des unlöslichen Rückstandes.

a. Wellenkalk (Tabelle III).

Die Proben lösten sich sämmtlich leicht in verdünnter, kalter Salzsäure; die Lösung war beim eigentlichen Wellenkalk grün, bei Schaumkalk, Oolith- und Terebratelbänken gelb gefärbt. Die Farbe des Rückstandes war beim Wellenkalk grau oder grünlichgrau, bei den Oolithbänken gelb und den Terebratelbänken gelb und braun.

Die Menge des unlöslichen Rückstandes schwankt zwischen 0,9 % bei S. 21 und 11,6 % bei W22. Nr. 16 hat allerdings 25 % Rückstand, die untersuchten Stücke sind aber Gesteinsbrocken, die aus der Ackerkrume ausgesiebt sind, und daher schon einen Theil ihres Carbonats verloren haben.

Die Schaumkalkbänke sind die reinsten Schichten des Wellenkalkes, sie enthalten im frischen Zustande 1—4 % unlöslichen Rückstand. Die Stücke mit höherem Gehalt sind vom Acker aufgelesen und theilweise ausgelaugt. Auch an andern Orten enthalten die Schaumkalkbänke einen sehr reinen Kalkstein; so enthalten die Proben von Michelstadt i. O. ebenfalls nur sehr geringe Mengen Rückstand (nicht quantitativ bestimmt). Für Jena giebt E. E. Schmidt an, dass die Rückstände betragen: Spur bis 5 %, und Pfaff für Schaumkalk von Würzburg 2,5 %. Von den untersuchten Kalken kommen in Bezug auf Reinheit von Beimengungen dem Schaumkalk nur noch nahe der Trochitenkalk und Tuffkalk.

b) Mittlerer Muschelkalk.

Infolge des hohen Gehaltes an Magnesiumcarbonat lösen sich diese Gesteine erst in erwärmter, verdünnter Salzsäure; die Lösungen sind von vorhandenem Eisenoxydul grün gefärbt; die Rückstände meist grau, seltener gelblich (Zellen-

kalk), ihre Menge schwankt zwischen 4 % und 12 %. Ein Mergel Nr. 10 hat 24 %, und ein ausgelaugter Zellenkalk 26,7 %. Pfaff giebt für einen Zellenkalk 32 % an, derselbe war jedenfalls auch sehr ausgelaugt. Für Jena giebt Schmidt 5—8 % höchstens 15 %. Der von Lang angeführte Cementkalk gehört jedenfalls nicht zum mittleren Muschelkalk, sondern zum Schaumkalkhorizont des Wellenkalkes.

c) Oberer Muschelkalk.

1. Trochitenkalk.

Der eigentliche Trochitenkalk löst sich leicht in kalter Säure, der dolomitische dagegen erst beim Erwärmen derselben. Die Lösung des ersteren sieht gelb und gelbbraun aus, die des letzteren grün und bräunlich grün, der Rückstand weiss oder bräunlich, selten grünlich.

Die Bänke des Trochitenkalkes enthalten im Allgemeinen wenig unlösliche Beimengungen; nach den Analysen schwankt deren Menge zwischen 0,6 und 5,4 %; ein vom Acker aufgelesenes Stück Nr. 12 hat mehr. Lang giebt für eine Terebratelbank 1,82 % und Pfaff für Encrinitenkalk 4,1 %; beide Angaben stimmen mit den unsrigen gut überein.

2. Thonplatten (Nodosenkalke).

Diese Kalke lösen sich stets leicht in kalter verdünnter Salzsäure; die Lösungen sind mehr oder weniger grüngefärbt. Die Farbe der Rückstände ist weissgrau.

Diese Schichten enthalten mehr Beimengungen als der Trochitenkalk und zwar 2,7—10,9 %, nur Nr. 1 hat noch mehr Rückstand. Die Proben 1 und 2 stammen von demselben Handstück; an der einen Horizontalfläche enthält die ca. 8 cm starke Schicht 7,6 % unlöslichen Rückstand, an der andern dagegen 24,8 %! Ueber die mikroskopische Zusammensetzung dieses Rückstandes vgl. unten!

d) Tuffkalk.

Dieser wurde noch anhangsweise bearbeitet. Er enthält 0,6 % unlöslichen Rückstand; Analysen von Prof. Wicke (Tabelle II) ergaben 0,7 und 1,0 % Rückstand.

Der Tuffkalk wird demnach der reinste Kalkstein sein; hierauf folgt der Schaumkalk, der normale Trochitenkalk, dann folgen Wellenkalk und Thonplatten, die ein-

ander nahestehen, und den Schluss bilden die Schichten des Mittleren Muschelkalkes, welche die meisten Verunreinigungen enthalten.

2. *Mineralogischer Bestand des in verdünnter Salzsäure (Essigsäure und Phosphorsäurelösung) unlöslichen Rückstandes.*

(Tabelle III.)

Bei der Verwitterung der Kalksteine werden durch kohlensäurehaltiges Wasser nach und nach die Carbonate gelöst und weggeführt, so dass die entstehende Verwitterungsschicht (der Ackerboden) abgesehen von Neubildungen und Humussubstanz im wesentlichen aus den in Säuren unlöslichem Rückstande und dessen Verwitterungsprodukten bestehen muss. Desshalb ist die Bestimmung dieser Bestandtheile auch für die Bestimmung des Bodens von erheblicher Wichtigkeit.

Da, wie bereits bei Beschreibung der chemischen Untersuchung erwähnt, in verschiedenen Gesteinen Verbindungen der Alkalien und alkalischen Erden mit Kieselsäure vorkommen, welche bereits in verdünnter Salzsäure löslich sind, die Bestimmung dieser Bestandtheile aber für Erklärung der Absorptionserscheinungen im Boden von erheblicher Wichtigkeit wäre, so wurden wiederholt die betreffenden Gesteine anstatt mit Salzsäure mit Essigsäure und Phosphorsäurelösung aufgeschlossen und die Rückstände auf das genaueste untersucht. Jedoch ohne Erfolg; vor allem ist zu bemerken, dass von Zeolithen*) niemals eine erkennbare Spur zu finden war, obgleich nach der chemischen Untersuchung das Vorhandensein derselben zu vermuthen ist und auch vielfach thatsächlich angenommen wird.

Die den unlöslichen Rückstand zusammensetzenden Mineralien sind meist nur in unregelmässigen Blättchen, Brocken etc. vorhanden; die Bestimmung derselben stösst desshalb oft auf unüberwindliche Schwierigkeiten, welche mit der Kleinheit der Splitter wachsen, so dass sehr vieles überhaupt unbestimmt bleiben muss. Auch befinden sich

*) Auch sie sind in Essigsäure löslich.

vor allem die kleinsten Splitterchen in allen möglichen Stadien der Zersetzung, so dass dann selbstverständlich die Bestimmung, welche auch bei grösseren Stücken oft mehr nach äusserlichen Merkmalen wie Farbe, Umriss, Spaltbarkeit, Durchsichtigkeit etc. zu geschehen hat, ganz unmöglich wird. Die feinsten Theile wurden gewöhnlich durch Fuchsin gefärbt; einzelne Präparate wurden in dieser Farbe untersucht, aus anderen wurde dieselbe durch Alkohol wieder ausgezogen. Die Thonsubstanz hält dann die rothe Farbe mehr oder weniger intensiv zurück und wird dadurch deutlich erkennbar. Auch Glaukonit (Grünerde) zieht Fuchsin stark an.

Die „Anleitung zur mineralogischen Bodenanalyse" von Steinriede ist leider erst erschienen als dieser Theil der Arbeit zum grössten Theile beendigt war, so dass daraus wenig Nutzen gezogen werden konnte.

In Tabelle III sind die durch die Untersuchungen festgestellten Resultate summarisch zusammengestellt; es ist auch versucht worden die Häufigkeit des Vorkommens durch Schätzung festzustellen und zu bezeichnen. Da es selbstverständlich unmöglich ist, die Original-Protokolle abzudrucken, so haben wir die nöthigsten Bemerkungen, die bei den einzelnen Beobachtungen gemacht wurden, im Anhang der Tabelle zusammengestellt, das Allgemeine aber in einer Beschreibung der einzelnen Mineralien und ihres Vorkommens vorausgeschickt.

Der Quarz.

Von allen Mineralien, welche in den Gesteinen des Muschelkalkes als zufällige Beimengungen vorkommen, ist der Quarz das beiweitem verbreitetste. Er kommt in drei verschiedenen Formen vor: a) als idiomorphe Krystalle, b) als unregelmässige Körner, c) als Platten; seltener findet sich dann noch Chalcedon.

a) Idiomorphe Quarzkrystalle finden sich in manchen Schichten gar nicht oder nur sehr selten, in anderen häufig und in grossen Massen. Sie sind sämmtlich krystallisirt in den Formen ∞P, $+R$, $-R$, und meist an beiden Enden regelrecht ausgebildet; öfter kommen wohl

ausgebildete Krystalle obiger Form vor, welche aber in verschiedenen Theilen desselben Individuums, verschiedene Polarisationsfarben zeigen (Pseudomorphosen von Quarz nach Quarz?). Oft sind dieselben zu mehreren zu schönen Drusen verwachsen. Die Farbe ist wasserhell, mitunter auch gelb oder bräunlich; die Kanten sind haarscharf, die Flächen glatt, jedoch finden sich auch bisweilen solche mit stumpfen Kanten und wie abgerollt aussehende Krystalle und solche mit höckeriger Oberfläche vor. Ihre Grösse beträgt etwa 15 zu 40 μ, dieselbe sinkt aber bis 1 μ herunter und schliesslich werden die Krystalle so klein, dass sie in dem Chaos der feinsten Theile verschwinden.

Die grössten gemessenen Krystalle waren 500 zu 240 μ und 560 zu 240 μ gross; sie sind also durchschnittlich 2 bis 3 mal so lang als breit, jedoch kommen auch lange stabförmige vor wie in W. 304.

Oefter finden sich auch zerbrochene Krystalle grosse und kleine durcheinander, bisweilen auch nur so kleine, dass dieselben einzig in den feinsten Theilen zu finden sind. Krystalle, welche Einschlüsse und Hohlräume enthalten, kommen selten vor (z. B. in Tr. 6).

In einzelnen Schichten des göttinger Wellenkalkes sind gar keine Quarzkrystalle vorhanden, in andern Schichten sind sie selten bis sehr selten und in diesem Falle auch vielfach unvollkommen ausgebildet, mit gebrochenen Kanten und anscheinend abgerollt.

In den Schaumkalkbänken sind sie stets häufig, ja sie treten hier bisweilen in ungeheuren Massen auf und bilden oft schöne Drusen (W. 25).

Im eigentlichen Wellenkalk von Michelstadt i. O. fehlen die Quarzkrystalle ganz; dagegen besteht der Rückstand von W. 304 (Terebratelbank) fast ausschliesslich aus langen, stabförmigen, beiderseits ausgebildeten Krystallen, welche vielfach Einschlüsse enthalten. Auch Aggregatkrystalle kommen häufig vor.

Im Schaumkalk von Michelstadt (W. 305 und 306) bestand der Rückstand vielleicht zu 99 % aus Quarzkrystallen, ausser ihnen fand sich nur noch etwas Eisenoxydhydrat vor.

Im Mittleren Muschelkalke sind die Quarzkrystalle meist sehr selten, mitunter fehlen sie ganz; die vorhandenen sind sehr klein, vielfach zerbrochen und abgerollt. M 15 macht jedoch eine Ausnahme. Hier finden sich zahlreiche, sehr schöne Krystalle und zugleich die grössten, welche überhaupt beobachtet wurden. Auch in dem Boden, welcher zu dem Horizont gehört, dem dies Handstück entnommen war, fanden sich zahlreiche Krystalle (71), desgleichen in dem Boden 84 von Roringen. Der Mittlere Muschelkalk von Michelstadt verhält sich ganz wie der von Göttingen.

Im Trochitenkalk sind überall Quarz-Krystalle vorhanden; in manchen Schichten sind sie sehr häufig und schön ausgebildet bis zu den kleinsten Dimensionen herunter wie im Schaumkalk.

In den eigentlichen grauen Thonplattenkalken sind die Krystalle ebenso wie im Wellenkalk selten. Das Stück Th. 1 und 2 ist ein fester Kalk mit splitterigem Bruch dem Trochitenkalk ähnlich, dasselbe enthält zahlreiche Quarzkrystalle.

Von anderen Autoren giebt Pfaff das Vorkommen von Quarzkrystallen an. Im Schaumkalk von Würzburg finden sich grosse Mengen feiner ringsum ausgebildeter Krystalle 10 bis 3 μ lang. In anderen Kalken der Trias konnten jedoch keine wieder gefunden werden.

H. Thürach sagt: Die Kalksteine zeigen eine grosse Menge neugebildeter Krystalle 50—200 μ gross mit $\infty R \pm R$.

E. E. Schmidt erwähnt Quarzkrystalle aus dem Röth. (Jahrb. der geolog. Landesanstalt 1881).

Liebetrau sagt: „Niemals nimmt der Quarz Krystallgestalt an! Der Habitus des Quarzes ist der der Granitquarze."

H. Schillbach: Im Schaumkalk von Jena fanden sich sehr viele Quarzkrystalle, deren Kanten und Ecken oft abgestumpft waren; die meisten derselben enthielten Einschlüsse von Flüssigkeit und Glaukonit(?).

b) Quarzkörner.

Es sind zwei Arten derselben zu unterscheiden: 1. solche welche abgerollt sind und im auffallenden Lichte

aussehen wie die Milchquarzgerölle des Diluvium. Sie bilden die Hauptmasse des unlöslichen Rückstandes der Gesteine. Oft sind sie klardurchsichtig, bisweilen durch Einschlüsse und Poren getrübt, und durch äusserlich anhaftendes (vielleicht auch ins Innere dringendes) Eisenoxydhydrat gelblich gefärbt. Es kommen Stücke vor bis 2 mm Durchmesser.

2. Die zweite Art sind kugelige Körner mit meist rauher Oberfläche, die oftmals zu vielen zusammenhängen und in ihrer Vereinigung traubige Massen bilden (Tr. 9); in anderen Fällen bilden sie im Gesteine papierdünne Schichten, die bei vorsichtiger Behandlung wie die Blätter eines Buches in qcm grossen Stücken dicht aneinandergedrängt stehen bleiben, wenn durch die Säure das Kalkcarbonat aufgelöst wird. (Th. 1 enthält sehr viel davon). Der Zusammenhalt der einzelnen Kugeln ist ein sehr schwacher, so dass die Blättchen beim geringsten Stoss auseinanderbrechen.

c) Platten von Quarz.

Vielfach finden sich grössere Plattenstücke aus Quarz mit Aggregatpolarisation, vor allem im Trochitenkalk und einzelnen Schichten des Wellenkalk (W. 301); sie sind farblos oder gelblich gefärbt. Es sind dies Stücke von verkieselten Brachiopoden-Schalen (Terebratula), welche oft die Struktur der Schale recht schön erkennen lassen. Nachdem dies erkannt war, gelang es dann auch bei Anwendung der nöthigen Vorsicht grössere Stücke solcher verkieselter Schalen, die oft recht schön das Unterstützungsgerüst der Terebratel und das Loch im Wirbel erkennen liessen, zu isoliren; dieselben sind meist papierdünn und zerbrechen sehr leicht. Es kommen auch solche Plattenstücke vor, die so polarisiren als ob sie nur aus einem Individuum beständen. (Tr. 8). Im Mittleren Muschelkalk sind die Plattenstücke stets klein und selten. In der benutzten Litteratur konnte nur eine Angabe von H. Schillbach aufgefunden werden, welcher S. 27 loco cit. erwähnt, dass im Schaumkalk verkieselte Foraminiferenschalen vorkommen.

Chalcedon findet sich selten und zwar in kugelig, strahligen Massen mit Aggregatpolarisation; häufiger kommt er nur vor in W. 26.

d) Glimmer.

Derselbe kommt häufig vor und zwar meist in unregelmässigen, lappigen Blättchen von unregelmässigen Umrissen und deutlich blättriger Beschaffenheit. Oft sind die Stücke so gross, dass sie mit blossem Auge gesehen werden können (75 bis 200 μ) (im Maximum 500 μ). Das, was man auf der Bruchfläche der Handstücke glänzen sieht, sind nicht immer die Flächen von Kalkspathkrystallen oder Glimmerblättchen, sondern oft auch die glatten Flächen der Quarzkrystalle oder von Quarzkörnern.

Oft finden sich auch Krystalle von Glimmer (Muscovit); meist flache sechsseitige Tafeln von 20—25 μ Durchmesser Die Blättchen sind vielfach wasserhell, die dickeren Stücke oft gelblich oder bräunlich, aber immer nur schwach gefärbt. Bei den meisten ist die Verwitterung schon weit fortgeschritten, wodurch sich auch die schwache Färbung und meist schwache Polarisation erklärt. Pleochroismus konnte ebenfalls nur sehr selten beobachtet werden, und ist dann auch sehr schwach.

Mit den Glimmertafeln ist öfter Eisenoxyd verwachsen oder in Rissen und Spalten derselben angehäuft, was jedenfalls mit der Entfärbung der Tafeln im Zusammenhang steht. (Rosenbusch II S. 26).

Das Vorkommen von Glimmerkrystallen in den Kalksteinen erwähnt auch H. Thürach; Liebetrau dagegen sagt, dass die Glimmer niemals krystallographisch begrenzt in die Erscheinung treten. Pfaff erwähnt das Vorkommen von Glimmer in würzburger Gesteinen ebenfalls. H. Schillbach fand im Schaumkalk farblose und blassgelbe Glimmer mit unregelmässigen Umrissen.

Ferner tritt ein dem Glimmer ähnliches, grüngefärbtes Mineral bisweilen auf, dasselbe könnte vielleicht Chlorit sein.

e) Feldspäthe.

Dieselben kommen nur selten in Krystallen oder richtigen Spaltungsstücken, sondern meist in unregelmässigen

Stücken vor, genau von der Form wie sie E. E. Schmidt in seiner Abhandlung über das ostthüringische Röth (Jahrbuch d. geolg. Landesanstalt 1881) abbildet. Auch Stücke von Zwillingskrystallen finden sich öfter; dieselben sind meist stark verwittert und sehr schlecht zu bestimmen.

Ferner finden sich noch zwillingsgestreifte Feldspäthe (Plagioklase nach dem Albitgesetz), und es lassen sich hier auch ohne Polarisation oft die Grenzen der Zwillingslamellen an dem verschiedenen Grade ihrer Verwitterung erkennen. Auch gegitterte, mikroklinartige Stücke finden sich bisweilen. Pfaff konnte trotz eifrigen Suchens keine Feldspäthe in den würzburger Kalken erkennen; Liebetrau sagt, dass dieselben so verwittert seien, dass man nur noch manchmal glaubte einen Schatten der Zwillungsstreifung erkennen zu können.

f) Eisenoxyd.

Eisenverbindungen sind selbstverständlich in allen Gesteinen vorhanden; die grüne Farbe vieler Lösungen des Wellenkalk, Mittleren Muschelkalk und der Thonplatten deutet auf Eisenoxydul(carbonat). Dieses geht durch Verwitterung in Eisenoxydhydrat über, welches sich stets in den gelben Oolithbänken, den Terebratelbänken, dem Schaum- und Trochitenkalk in erheblicher Menge, in geringerer dagegen in anderen Schichten findet. Ausser diesem kommen blut- und braunrothe Blättchen von Eisenglanz und durchscheinende von Eisenglimmer(?) vor.

g) Magneteisen ist im grossen und ganzen selten; am stärksten war es vertreten in einem Trochitenkalk von Alfeld, den ich durch Herrn Dr. Wermbter erhielt; aus diesem konnten schöne Würfel von 2 mm Seitenlänge ausgeschieden werden. H. Thürach erwähnt Magneteisen ebenfalls als Gemengtheil der Sedimentgesteine.

h) Thonsubstanz.

Dieselbe entsteht aus den Feldspathen und Glimmer, und fand sich stets in reichlicher Menge im Wellenkalk, mittleren Muschelkalk und den Gesteinen der Thonplatten. Sehr wenig findet sich davon im Schaumkalk und Tro-

chitenkalk. Da die Thonsubstanz sich selbstverständlich nur in den allerfeinsten Theilen findet und überhaupt nur sehr schwer beobachtet werden kann, so wurden diese stets mit Fuchsin gefärbt und es zeigte sich bei Anwendung der stärksten Vergrösserungen (600—800fach), dass dieselbe aus feinen Flittern bestand, die mitunter sternförmig geordnet waren. Auch einige anscheinende Kaolinkrystalle, regelmässig sechseckige Tafeln, konnten beobachtet werden.

Es sei hier bemerkt, dass neben dem Thon auch der Glaukonit die Farbstoffe anzieht und sich dadurch dunkler färbt.

Seltner vorkommende Mineralien:

i) Zirkon.

Derselbe kommt in den meisten Gesteinen vor, entweder in schönen säulenförmigen Krystallen $\infty P \infty$ und P oder Bruchstücken von solchen. Die grössten, welche gefunden wurden, hatten folgende Dimensionen: in W.12. = 120 zu 48 μ und 112 zu 20 μ; öfter vorkommende Grössen waren: Tr.3 = 50 zu 20 μ, W.17 = 55 zu 20 μ, Tr.7 = 12 zu 2, 25 zu 5 μ. Die Kyrstalle zeichnen sich durch hohes Lichtbrechungsvermögen und starkes Relief aus; meist sind sie wasserhell und selten schwach gelb oder braun gefärbt und zeigen keinen Pleochroismus; sie löschen parallel der Hauptachse aus und zeigen in diagonaler Lage zu den Nikolhauptschnitten sehr lebhafte Farben in roth und grün. Zonarer Aufbau wurde nicht beobachtet. Immer kommen sie nur selten vor und scheinen in einzelnen Gesteinen ganz zu fehlen. H. Thürach wies nach, dass die Zirkone in vielen Kalkgesteinen vorkommen; Liebetrau bestätigt dies und giebt noch an, dass in der Gegend von Jena die höheren Niveaus viel weniger führen sollen als die unteren, was in unserem Falle kaum zutreffend ist.

i) Anatas kommt sehr viel seltener vor als Zirkon; seine Kristallform ist P und OP, die Farbe schwach bläulich. Nach Thürach soll er eine Neubildung in den Sedimentgesteinen sein.

i) Rutil wurde nur selten gefunden und zwar stets in runden Körnern.

k) Turmalin findet sich etwas weniger häufig als Zirkon, fast immer in langen Prismen ∞P mit R an beiden Enden. Die Kristalle haben fast immer scharfe Kanten und sind meist dunkel gefärbt; es kommen jedoch auch helle, farblose und solche mit Einschlüssen vor (M. 2). Der starke Dichroismus lässt ihn auch in den Bruchstücken, die sich vor allem im mittleren Muschelkalk finden, leicht erkennen. Im Tuffkalk erscheinen Bruchstücke und auch vollständige Krystalle. Einige öfter vorkommende Grössen sind: Th.9. = 108 zu 88 μ, W. 16 = 96 zu 16 μ W. 12 = 11 zu 3 μ.

H. Thürach beobachtete Turmalin in allen Kalken der würzburger Trias; nach Liebetrau sollen die Säulen Spuren mechanischen Einflusses erkennen lassen.

l) Glaukonit (Grünerde) findet sich vor allem im Trochitenkalk, in welchem er theils als Versteinerungsmittel der Echinodermen, theils formlos auftritt. (Tr. 4, 5, 13). In verdünnter Salzsäure ist er unlöslich, beim Kochen mit concentrirter Salzsäure bleibt die Kieselsäure in der Form des ursprünglichen Glaukonits zurück, während sich die anderen Stoffe lösen. Es gelang einzelne grössere Brocken zu isoliren, dieselben schmolzen vor dem Löthrohr zu magnetischer Schlacke. Er zeigt schwache Aggregat-Polarisation und färbt sich mit Fuchsinlösung unter dem Mikroskop dunkelbraun. Im Trochitenkalk von Alfeld (Tr. 1) ist er in besonders grossen, aber strukturlosen Stücken vorhanden (bis 3 mm Durchmesser und mehr). Nach Pfaff kommt er in Körnern bis 1,5 mm Durchmesser vor und polarisirt stark.

m) Augit(?) und Hornblende(?)

Es findet sich oft, aber immer nur in kleinen, längs gestreiften, stengeligen Stücken ein grün oder braungrün gefärbtes, doppelbrechendes Mineral, das in kalter und heisser concentrirter Salzsäure nicht löslich ist. Mittelst Klein'scher Lösung wurde festgestellt, dass sein specifisches Gewicht wesentlich höher ist als das des Quarzes. Da mineralogische Kennzeichen fehlen, so ist eine sichere Bestimmung unmöglich, es ist aber sehr wahrscheinlich, dass

dasselbe Augit oder Hornblende ist. Nach Liebetrau sollen dieselben im Wellenkalk von Jena vollständig fehlen.

n) Flussspath findet sich ziemlich selten in Form kleiner Würfel (von ca. 15 μ Seitenlänge in W. 1 u. W. 2) von blassgrüner Farbe, die vollständig isotrop und in kochender Salzsäure unlöslich sind.

Von anderen Autoren wird das Vorkommen von Flussspath nicht erwähnt, jedoch ist Fluor im Seewasser nachgewiesen, und es ist daher das Vorkommen von Flussspath in Sedimentgesteinen leicht erklärlich.

o) Vulkanische Gläser.

Es fanden sich schon bei der Untersuchung der ersten Rückstände einige isotrope, hellfarbige und fast farblose, meist sehr kleine Splitter mit muschligem und splittrigem Bruch ganz von dem Aussehen von Glassplittern; anfangs wurde auf diese Beobachtung weiter kein Werth gelegt, sondern angenommen, dass durch Zufall Stückchen von Glasstäben etc. abgestossen seien, die dann unter den Rückständen der Gesteine aufgefunden wurden. Als sich dieses Vorkommniss jedoch öfter wiederholte, wurde systematisch unter Aufwendung aller Vorsichtsmassregeln danach gesucht, und es wurde unzweifelhaft festgestellt, dass diese Glassplitter im Gestein selbst vorhanden sind. Sie kommen allerdings nur sehr selten vor und sind meist so klein, dass sie von dem übrigen Material nicht getrennt werden können. Sie werden nur in Wasser- oder Glycerinpräparaten sichtbar; im Kanadabalsam verschwinden sie vollständig, da sie meist nur sehr schwach gefärbt sind und etwa dasselbe Lichtbrechungsvermögen besitzen wie letzterer. Einschlüsse enthalten die Gläser mitunter; bei geringem Druck zerspringen sie leicht und zerfallen zu Pulver, was auf innere Spannung hindeutet.

Es gelang bloss zwei Mal, einzelne Stücke zu isoliren und zwar aus dem Rückstande von M. 15. Eins derselben schmolz vor dem Löthrohre zwischen hellroth und dunkelroth ohne Aufblähen. Auf einem mit Kanadabalsam überzogenen Objectträger wurde das andere Stück mit Flusssäure behandelt; nach dem Verdampfen der Säure fanden sich Krystalle von Kieselfluornatrium (hexagonale Prismen

mit starker Lichtbrechung und grader Auslöschung) in reicher Menge und einige Würfel von Kieselfluorkalium, der Zahl nach aber mehr zurücktretend.

p) Anhydrit (?) Es kommen bisweilen unvollkommene Krystalle und rhombische Spaltungsstücke in den Gesteinen des mittleren Muschelkalk vor, die in concentrirter Salzsäure und auch in Schwefelsäure sehr wenig löslich sind und hohe Polarisationsfarben zeigen. Vorzüglich der Rückstand M. 5 zeigte grosse Mengen dieser Blättchen; dieser wurde wiederholt mit Salzsäure und dann mit Natriumcarbonat gekocht, und es liess sich dann nachweisen, dass Calcium und Schwefelsäure sich in der Lösung befand.

Auch bei den Gesteinsanalysen liess sich in der mit Natriumcarbonat hergestellten Lösung oft deutlich Calcium und Schwefelsäure allerdings in sehr geringen Mengen nachweisen, was wieder für Vorhandensein von Anhydrit sprechen würde.

q) Schwerspath (?) und Cölestin.

In den Rückständen der Analysen, die mit Salzsäure und Natriumcarbonat mehrfach ausgekocht waren, fanden sich fast immer rhombische Blättchen, die als Schwerspath gedeutet werden können, da Cölestin, welchen Liebetrau bei Jena beobachtete, durch Natriumcarbonat hätte zersetzt werden müssen; ausserdem könnte auch Cölestin unter den letzten feinsten Theilchen der unlöslichen Rückstände wohl vorhanden sein. Auch in den anderen Rückständen waren dieselben Mineralien fast immer vorhanden.

r) Organische Substanz.

In allen Proben fanden sich Reste organischer Substanz; dieselbe scheint der Kohle ähnlich zu sein, in einem Falle bestand dieselbe aus asphaltähnlicher Masse, welche mit leuchtender Flamme brannte. Vielfach erscheinen kleine Kugeln, die rosenkranzähnlich aneinander gereiht sind, und die auch von H. Schillbach erwähnt werden (S. 21). Sie bestehen aber aus fester Masse und sind mit den Erdöltröpfchen, von denen Bornemann spricht, nicht identisch.

Herkunft des unlöslichen Rückstandes.

Es ist schon mehrfach versucht worden, den Ursprung der den unlöslichen Rückstand bildenden Mineralien zu ergründen; diese Versuche erscheinen uns für die meisten derselben aussichtslos zu sein.

Wenn sich ein Mineral in Krystallen oder Spaltungsstücken vorfindet, deren Flächen durch scharfe Kanten begrenzt sind, wie z. B. Quarz, Zirkon oder Turmalin, während sonst nur lauter abgerollte Mineralkörner vorhanden sind, so lässt sich daraus noch nicht folgern, dass die unverletzten Krystalle an dem Ort, wo sie jetzt lagern, sich gebildet haben. Denn diese feinen, harten und wetterbeständigen Kryställchen können im Wasser sehr weit transportirt, abgelagert, wieder aufgenommen und weiter transportirt werden, und dies zu wiederholten Malen, ohne dass ihre scharfen Kanten im geringsten verletzt werden. So finden sich nach Sandberger Zirkonkrystalle im pleistocänen Sand und im alluvialen Sand des Main, nach Daubrée im Sand der Mosel und pleistocänen Sand von Mosbach. Nach unseren Untersuchungen sind vollkommene Turmalinkrystalle gemengt mit Bruchstücken solcher in allen Schichten des Wellenkalk und auch im Tuffkalk vorhanden. Die Möglichkeit der Neubildung der Titanmineralien und des Zirkon in den Gesteinen des Muschelkalk ist ja nicht zu bestreiten, so lange sich aber scharfkantige Krystalle in Gesellschaft von Bruchstücken finden — und dies ist fast überall der Fall — nehmen wir an, dass die Krystalle, Titanmineralien etc. bei Entstehung der Gesteine zugleich mit anderen Mineralien, wie Quarz, Feldspath etc. eingeschwemmt sind.

Etwas anders verhält sich die Sache mit den Quarzkrystallen. Werden dieselben — wie das meist der Fall ist — von Bruchstücken anderer Mineralien begleitet, so muss unentschieden gelassen werden, ob dieselben an Ort und Stelle neugebildet oder zugleich mit dem anderen Material eingeschwemmt sind. Es kommen nun aber im Wellenkalk von Michelstadt i. O. W. 305 und 306 (Schaumkalk) Schichten vor, deren Rückstand zu mehr als 99 % aus Quarzkrystallen besteht, während der Rest des Rückstandes aus Eisenoxydhydrat und einigen Stäubchen Glimmer, Feldspath und

Quarzkörnchen besteht. Die Quarzkrystalle sind lang, stabförmig; in Folge dessen sehr zerbrechlich, ausserdem häufig zu mehreren so verwachsen, dass sie sich nur in kleinen Flächen berühren, und daher beim Transport leicht auseinander brechen könnten. Trotzdem wurde kein Bruchstück solcher Krystalle entdeckt! Die feinsten Theile bestehen ausschliesslich aus kleinsten Quarzkrystallen bis unter 1 μ herunter. Ausserdem besteht der Rückstand W. 304 und W. 311, abgesehen von einigen Glimmerblättchen, sehr wenig Thon, Eisenoxyd und sehr seltenen Bruchstücken anderer Mineralien fast ausschliesslich aus Quarzkrystallen bis zu den kleinsten herunter.

Da es nun überhaupt kein Gestein giebt, welches bei seiner Verwitterung eine solche Unmenge schönster, ringsum ausgebildeter Quarzkrystalle als fast einzigen Rückstand hinterlässt, der dann durch das Wasser an die Stellen verschlämmt worden sein könnte, an denen die genannten Schichten des Muschelkalkes sich bildeten, so sind wir der Meinung, dass diese Quarze authigener Natur sind.

Auffällig ist es auch, dass der göttinger Schaumkalk sich vor allen anderen Schichten des Wellenkalkes durch seinen Reichthum an Quarzkrystallen bis zu den kleinsten herunter und durch geringe Menge sonstiger Beimengungen auszeichnet, und es scheint daher, dass gerade in der Zeit, als der Schaumkalk sich aus der Kalklösung ausschied, auch der Sättigungspunkt für die Kieselsäure-Lösung erreicht gewesen sei, so dass Kalkspath und Quarzkrystalle zugleich ausgeschieden wurden.

H. Schillbach nimmt an, dass sich in das Meer Kalklösungen ergossen (und scheint dabei an Wasser von Mineralquellen zu denken), aus welchem sich Kalkspathkrystalle ausschieden, die durch Kalkmasse verkittet wurden und den Schaumkalk bildeten. Solche Mineralwasser enthalten vielfach erhebliche Mengen von Kieselsäure gelöst, welche sich nach Obigem wohl mitunter als Quarz ausscheiden wird.

So wie zur Zeit der Schaumkalkbildung können sich auch zu anderen Zeiten reichliche Mengen von Mineralwasser mit gelöster Kieselsäure in das Meer ergossen haben,

woraus sich die Quarzkrystalle, die in den übrigen Schichten vorhanden sind, gebildet haben mögen. So finden sich diese Krystalle sehr häufig bis zu den kleinsten hinunter in den Schichten des Trochitenkalkes.

Die verkieselten Terebratelschalen zeigen hier aber, dass auch nach Ablagerung des die Terebrateln umschliessenden Gesteins noch Lösungen von Kieselsäure cirkulirten, die vielleicht aus den darüberliegenden Gesteinen des Keupers entstammten. Dass sich aus diesen Lösungen die ringsum ausgebildeten Quarzkrystalle im Innern des Kalksteins abgeschieden haben, ist nicht ganz unmöglich.

Eine andere Form, in welcher sich die Kieselsäure aus ihrer Lösung ausgeschieden zu haben scheint, ist die von rundlichen Körnern, welche wie Perlschnüre aneinanderhängen, oder in lockerem Zusammenhang mit einander papierdünne Platten bilden, die beim geringsten Druck auseinanderfallen. Vorzüglich das Handstück der Thonplatten Th. 1 zeigt dies sehr deutlich. Legt man ein Stück davon in Salzsäure und lässt den Kalk darin auflösen, giesst dann vorsichtig die Flüssigkeit ab, so gewahrt man Blätter von ca. 0,2 mm Dicke, die ganz dicht wie die Blätter eines Buches gleichmässig stark, oft quadratcentimetergross untereinander liegen. Dieselben zerfallen sehr leicht in kleine Brocken, zeigen aber doch einen gewissen Zusammenhang und bestehen aus lauter rundlichen Quarzkörnern, die in allen Richtungen miteinander verwachsen sind. Das Ganze erinnert sehr lebhaft an die Krystallhäutchen, welche sich beim Eindampfen von Salzlösungen auf der Oberfläche bilden und zu Boden fallen, sobald sie eine gewisse Stärke erreicht haben. An ein Einschwemmen durch das Wasser ist hier gar nicht zu denken, weil die einzelnen Körner aneinander haften und die Platten als solche unmöglich transportirt sein können. Dass diese Platte sich aus den im Innern des Gesteins cirkulirenden Kieselsäurelösungen gebildet haben, ist gleichfalls undenkbar.

Es muss daher auch diese Art des Vorkommens der Kieselsäure als eine an Ort und Stelle zur Zeit der Bildung

des Gesteins erfolgte Ausscheidung aus der Lösung betrachtet werden.

Ausser dem Stück Th. 1 zeigt auch Tr. 12 eine sehr grosse Menge dieser Körner aber nicht in regelmässige Schichten geordnet. In anderen Proben kommen dieselben ebenfalls ab und zu vor.

Diese Art des Vorkommens der Kieselsäure könnte möglicherweise auch den im Meere wachsenden Pflanzen ihre Entstehung verdanken.

So wie auf der Oberhaut der jetzt wachsenden Gräser dicht nebeneinander sitzend sich Quarzkörnchen befinden, so könnten die Meerespflanzen ebenfalls in ihrer Oberhaut zusammenhängende aus Quarzkörnchen bestehende Decken gebildet haben, welche dann im stillstehenden Wasser mit der absterbenden Pflanzengeneration zu Boden fielen und so im Gestein Schichten bildeten, die — sofern das Absterben der Pflanzen jedes Jahr erfolgte — den Jahresringen des Holzes in gewisser Beziehung gleichen würden.

Ein Vorkommen, welches noch niemals beobachtet wurde, ist das der vulkanischen Gläser.

Die ganze norddeutsche Trias enthält gar keine vulkanischen Gesteine, nur in der alpinen Trias (Wengenerschichten) sind Augitporphyr und Augitporphyrtuffe bekannt geworden.

Bei vulkanischen Ausbrüchen können kleine Gesteinsbrocken bis zu ungeheurer Höhe hinaufgeschleudert und durch den Wind in weite Entfernungen fortgetragen werden, ehe sie dem Gesetz der Schwere folgend die feste Erde oder das Meer wieder erreichen. Wie lange sich solche Theilchen in der Luft schwebend erhalten können, das hat sich beim Ausbruch des Krakataua sehr eklatant gezeigt.

Auf der Challenger-Expedition hat man im Tiefseeschlamm vulkanische Producte gefunden, so dass das Vorkommen solcher im Muschelkalk nicht Wunder nehmen darf. Da sie nur selten vorkommen, so sind sie bis jetzt übersehen worden, was um so leichter geschehen kann, als sie nur schwach gefärbt sind und im Kanadabalsam vollständig verschwinden, weil ihr mittlerer Brechungsexponent

dem des Balsams fast gleich ist. Die Glassplitter sind bloss sichtbar in Wasser und Glycerinpräparaten.

II. Untersuchung der aus den Gesteinen des Muschelkalkes entstehenden Ackerböden.

Aus den Gesteinen der Muschelkalkformation entstehen die Ackerböden dadurch, dass diese Gesteine

1. durch Einfluss von Frost und Hitze mechanisch zertrümmert,

2. durch das durch sie hindurchfliessende Meteorwasser ausgelaugt und chemisch verändert werden.

Je nachdem die Gesteine durch ihre Struktur und Beschaffenheit befähigt sind, diesen Agentien mehr oder weniger zu widerstehen, je nachdem sie sich nach der Menge und dem Bestand ihrer am schwersten verwitternden Theile (des unlöslichen Rückstandes) unterscheiden, müssen sehr verschiedenartige und für den landwirthschaftlichen Betrieb sehr verschiedenwerthige Böden entstehen, welche in der Litteratur bis jetzt gar nicht oder nur recht mangelhaft auseinander gehalten sind.

Sprengel sagt in seiner „Bodenkunde" vom Jahre 1837 Seite 62: „Im Ganzen liefert der dichte Kalkstein einen Boden, der trocken und keineswegs dem Pflanzenwachsthum günstig ist."

In dem Kapitel über Kreide- und Kalkböden definirt derselbe diese Böden als solche, welche 30—75 % Calciumcarbonat enthalten. Diese Definition ist in die Hand- und Lehrbücher der Bodenkunde und Landwirthschaft aufgenommen worden.

Solchen enormen Kalkgehalt haben nun die von uns untersuchten Böden meist nicht aufzuweisen; im Gegentheil ist der Kalkgehalt derselben mitunter ein ganz minimaler. Auch führt Sprengel selbst eine Analyse eines Muschelkalkbodens aus der Gegend von Mühlhausen an, welcher nur 0,9 % CaO enthält. Die meisten Böden der Muschelkalkformation würden also nicht unter obige Definition der Kalkböden fallen!

Die weitere Beschreibung der Kalkböden Sprengel's unterscheidet:

„Grandigen Kalkboden", welcher sehr gesunde Schafweide liefert und am besten zur Holzzucht zu gebrauchen ist;

„Lehmigen Kalkboden", welcher 30—40 % Thon und Sand enthält und schöne Ernten liefert;

„Thonigen Kalkboden", welcher, sofern er nicht mehr als 20 % Calciumcarbonat enthält und nicht unter 4 % Humus, ein guter Boden sein soll.

„Humoser Kalkboden" kommt vor allem in Wäldern vor, und Buchen und Eschen gedeihen darauf vortrefflich.

„Talkige Mergelböden" kommen nach Sprengel nur in der Juraformation vor und sollen 8—10 % und oft noch mehr Magnesiumcarbonat enthalten.

Nach Sprengel hat Senft in seinem Werke (Lehrbuch der Gesteins- und Bodenkunde 1877) S. 319 eine Eintheilung der Kalkböden gegeben. Er unterscheidet:

1. „Steiniger Kalkboden".
2. „Sandiger „ mit 10—20 % Sand.
3. „Lehmiger „ mit 30—40 % Lehm.
4. „Thoniger „ mit 20—40 % Thon.

Seine Beschreibungen passen auch auf unsere Böden nur theilweise.

Auch einige andere Bemerkungen, die sich noch in der Litteratur finden, passen auf unsere Böden nur theilweise oder sind nachweislich ganz falsch, so dass wir auf deren Anführung überhaupt verzichten. Am meisten treffen noch die Beschreibungen zu, welche Cotta in seinem Werke: „Deutschlands Boden" 1854 gemacht hat. Dieselben sind aber zu kurz und allgemein gehalten, als dass sie für die agronomische Charakterisirung erheblichen Werth haben könnten.

Die Böden des Muschelkalkes sind also bis jetzt in der Litteratur nur bisweilen beiläufig erwähnt, öfter unzutreffend beschrieben, so dass wir am besten die bekannt gewordenen Notizen ganz unberücksichtigt lassen und nach eignen Beobachtungen eine Beschreibung, die dem jetzigen Stande der Bodenkunde entspricht, liefern werden.

Die mechanische Zertrümmerung erfolgt bei dem eigentlichen Wellenkalke derart, dass die Platten desselben in immer kleinere Stücke zerfallen. Der Boden dieses Horizontes enthält desbalb immer eine bedeutende Menge Steine (Wellenkalkbrocken) in allen Korngrössen. Die Verwitterung derselben schreitet nur sehr langsam fort, so dass die Ackerkrume, die sich selbstverständlich nur dort bilden kann, wo die Lage des Terrains wenig geneigt ist, nur wenig tief und stets reich an Steinbrocken ist; sie geht meist schon in einer Tiefe von 10—15 cm in bröckliches Gestein über, dessen Zwischenräume mit dem aus der Krume ausgeschwemmten feinen Material (Thon) erfüllt sind. (Analyse 38 u. 48).

Die im eigentlichen Wellenkalk vorhandenen festen Bänke: Oolith-, Terebratel- und Schaumkalkbänke, verwittern noch schwerer als der eigentliche Wellenkalk. Da wo dieselben zu Tage treten, ist der Ackerbau so gut wie unmöglich.

An den Stellen, wo der Wellenkalk an den Abhängen der Thäler zu Tage steht, bildet er meist Steilhänge, an welchen die festen Bänke scharfe Kanten bilden. Diese Lagen sind zum Ackerbau nicht tauglich; die spärlich auf ihnen wachsenden Gräser gewähren den Schafen eine kümmerliche, aber gesunde Weide; am besten eignen sie sich zur Anlage von Wald, in welchem die Buche prächtig gedeiht, die aber nur unter dem Schirm von Kiefern und Birken aufgebracht werden kann.

Die durch die fortschreitende Verwitterung sich bildende Feinerde, wird ebenso wie die von höher liegenden Flächen durch das abfliessende Regenwasser zugeschwemmte, durch den Rasen nur theilweise festgehalten, so dass an den Steilhängen sich stets nur eine schwache Vegetationsschicht bildet, die wenig Steine enthält und auf einem aus zerklüfteten Gestein bestehendem Untergrunde ruht. (Analyse 47.)

Die abgeschwemmten feinen Theile sammeln sich in den Thälern an und bilden hier einen tiefgründigen, fruchtbaren, mässig schweren Alluvialboden. (Analyse 49, 49a.)

Die Gesteine des mittleren Muschelkalkes verwittern, da sie mehr mergelig und thonig sind, sehr viel

leichter als die aller übrigen Abtheilungen des Muschelkalkes. Sie zerfallen leicht in Feinerde und liefern mit Ausnahme der seltener vorkommenden Zellenkalke keine festen Stücke. Die daraus entstehenden Böden sind daher tiefgründig, feinkörnig und meist ganz frei von grösseren Steinen. (Analysen 7, 53, 70, 70a, 71, 71a, 84, 84a.) Die Oberfläche des Terrains bildet hier sanft geneigte Abhänge, welche für die Landwirthschaft von hohem Werthe sind.

Das Gestein des Trochitenkalkes ist sehr fest und dicht, und meist in dicken Bänken abgelagert. Bei der Verwitterung zerfallen die grossen Platten nicht in kleinere Brocken wie bei dem Wellenkalk, sondern dieselben verkleinern sich nur durch fortschreitendes Abwittern der Oberfläche. Die Böden des Trochitenkalkes sind deshalb arm an kleinen Steinen, aber reich an sehr grossen Plattenstücken. Der Boden ist leicht, sieht braun aus, ist auf der Höhe und in Terrainmulden bisweilen tiefgründig, im ganzen und grossen aber als flachgründig oder sehr flachgründig zu bezeichnen. Der Ackerbau ist hier wenig lohnend.

Die Abhänge, welche meist noch steiler sind als die des Wellenkalkes sind mit grossen Steinen bedeckt, zwischen denen spärliches Gras wächst, wenn nicht Wald die ganze Fläche bedeckt.

Die Gesteine der Thonplatten stehen in ihrem Verhalten bei der Verwitterung zwischen denen des Wellenkalkes und Trochitenkalkes. Sie bilden ähnliche Abhänge wie beide; in ebener Lage lassen sie jedoch durch Verwitterung der Kalkplatten im Verein mit den zwischen diesen abgelagerten zähen Thonschichten einen schweren Thonboden entstehen, der allerdings nicht besonders tiefgründig ist, aber doch den Anbau aller Gewächse mit Erfolg gestattet. (Analysen 52, 52a, 61, 61a.)

Die Böden wurden folgenden Untersuchungen unterworfen:

a) mechanischen Untersuchung (Schlämmanalyse)
b) mikroskopischen „
c) chemischen „
d) agronomischen „

a) Mechanische Untersuchung.

(Schlämmanalyse: Tabelle IV.)

Die Bodenproben wurden auf dem Felde stets von mir selbst an solchen Stellen entnommen, welche den Durchschnitts-Charakter des betreffenden geologischen Horizontes darstellten und so gelegen waren, dass das Einschwemmen von fremdem Material (anderer Stufen des Muschelkalkes oder anderer Formationen) möglichst ausgeschlossen war.

Nur Probe 32 stammt von einem Mischboden von Trochitenkalk und Thonplatten; 49 ist ein aus Wellenkalk gebildeter Schwemmboden, 49a der Untergrund dazu.

NB. mit a ist immer der Untergrund des betreffenden Bodens bezeichnet.

Bei der Untersuchung wurde verfahren wie folgt:

Aus einer grösseren Partie Boden wurde, so lange er noch feucht und krümlich war, mittelst des 2 mm Rundloch-Siebes der Feinboden abgeschieden; die übrig gebliebenen Steine wurden von anhaftenden Boden befreit, durch das 10 mm und 4 mm Rundloch-Sieb getrieben und hierdurch in drei Partien getheilt, deren Gewicht auf Procente des Gesammtbodens berechnet wurde. Der Rest von 100% wurde als Feinboden (also kleiner als 2 mm Durchmesser) in die Tabelle eingetragen. (Wahnschaffe: Anleitung etc.)

Von dem Feinboden wurden nach vollständigem Trocknen 50 gr auf der Tarirwaage abgewogen, mit destillirtem Wasser mehrere Stunden gekocht, und dann in den Orth'schen Hilfscylinder des Schöne'schen Schlämmapparates gespült. Geschlämmt wurde stets mit destillirtem Wasser, weil das göttinger Leitungswasser sehr viel Kalk gelöst enthält.

Knop empfiehlt (Versuchstat. XVII. S. 79) den Boden, ehe man ihn kocht „mit Salzsäure und Chromsäure zu kochen". Auch Berend empfiehlt dieses Verfahren (Abhandlungen zur geologischen Karte von Preussen etc., 2. Bd., S. 27). Da selbstverständlich durch solch gewaltsames Verfahren die Zusammensetzung des Bodens eher verdunkelt als geklärt wird, so sind wir nicht nach dieser Vorschrift verfahren.

Mit Hülfe eines engen und eines weiten Piezometers wurden folgende Korngrössen abgeschlämmt:

Korngrösse	Geschwindigkeit in 1 Sekunde		Piezometer-
kleiner als 0,01 mm	0,2 mm	im grossen Cylinder	enge
0,01—0,05 „	2 „		
0,05—0,10 „	7 „	im kleinen „	
0,10—0,20 „	25 „	„ „ „	weit.

0,2—2,0 Rückstand im kleinen Cylinder.

Der Rückstand im kleinen Cylinder wurde durch Siebe in 3 Theile zerlegt (2—1 mm), (1—0,5 mm), 0,5—0,2 mm).

Das erste Schlämmwasser, welches die feinsten Theile enthält, wurde stets in tarirter Schale vollständig eingedampft, und Schale und Inhalt nach zweitägigem Stehen im Laboratorium gewogen; bei den übrigen Schlämmproducten wurden Zeit gelassen zum Absitzen, dann das Wasser abgehebert und der Rest eingedampft.

In der Tabelle ist hinter der Angabe der Entnahmestelle des Bodens durch A und U bezeichnet, ob die Probe der Ackerkrume oder dem Untergrunde entnommen war; dann folgt die Tiefe der Entnahme; hierauf auf Procente des Gesammtbodens berechnet die Steine, die grösser sind als 10 mm, von 10—4 mm, 4—1 mm und der Rest von 100 % als Feinboden (kleiner als 2 mm).

In den folgenden Spalten sind dann die verschiedenen Körnungsproducte in Procenten des Feinbodens angegeben.

Wir konnten uns nicht dazu entschliessen, diese auf Procente des Gesammtbodens zu berechnen, wie Laufer dies vorgeschlagen hat, und wie dies nach ihm durch Wahnschaffe und in den Veröffentlichungen der preussischen geologischen Landesanstalt geschieht.

Zum Vergleich beider Methoden, diene folgende Gegenüberstellung:

Nr.	Feinboden	Feinste Theile in Procenten des	
		Feinbodens	Gesammtbodens
38	34 %	50,8 %	17,3
11 b	99,9 „	34,3 „	34,3
52	86,4 „	56,9 „	49,2

Die Böden Nr. 38 und 52 sind nun (abgesehen von den Steinen) beides wirkliche Thonböden. Die Berechnung der Schlämmproducte auf Procente des Feinbodens drückt dieses Verhältniss auch ganz richtig aus (50,8 und 56,9 % feinste Theile); berechnet man aber die Schlämmproducte auf Procente des Gesammtbodens, so erscheint Nr. 38 mit 17 % feinsten Theilen als einem Sandboden ähnlich, Nr. 52 dagegen als Thonboden.

Ferner ist 11 b ein feinkörniger (lössartiger) Boden, enthält aber wirklichen Thon nur in minimaler Menge. Nach der ersten Berechnung unterscheidet er sich auch klar von den beiden anderen Thonböden, während man nach der zweiten Berechnung vermuthen könnte, dass er viel schwerer sei als Nr. 38.

Die Berechnung der Menge der Schlämmproducte auf Procente des Gesammtbodens stellt die Verhältnisse um so unrichtiger dar je weniger Feinboden (> 2 mm) eine Ackererde enthält. Wir haben daher die Berechnung auf Procente des Feinbodens vorgezogen, wie dies auch Fesca und Julius Kühn thun. (Steinriede Bodenuntersuchung.)

Allerdings nennt Prof. Jul. Kühn steinfreien Boden, den durch das 5 mm-Sieb gefallenen Theil; Fesca dagegen bezeichnet mit Feinboden den Theil, welcher durch das 4 mm-Sieb gefallen ist. Ursprünglich hatten wir unsere Analysen nach Fesca berechnet und erhielten z. B.

Nr.	Feinboden	% des Feinbodens	
	< 4 mm	4—2 mm	feinste Theile
38	54,4 %	37,3	31,9
48	45,1 „	1,8	56,8

Bezeichnet man aber als Feinboden alles was durch das 2 mm-Sieb gefallen ist, so erhält man:

Nr.	Feinboden	% des Feinbodens	
	< 2 mm	4—2 mm	feinste Theile
38	34,1 %	—	50,8
48	44,3 „	—	57,8

Beides sind, wie bereits erwähnt, sehr ähnliche Thonböden des Wellenkalkes; nach der ersten Berechnung hat es dagegen den Anschein, als ob der Boden 38 sehr viel leichter wäre als 48. Der bedeutende Gehalt an Kiess, 4—2 mm, drückt hier den Gehalt an feinsten Theilen sehr herunter. Wir sind deshalb zu der zweiten Berechnung übergegangen und rechnen den Kiess von 4—2 mm nicht zum Feinboden.

In allen Fällen, in welchen der Gehalt an Kiess von 4—2 mm Grösse gering ist — und dies ist bei sehr vielen Böden der Fall — weichen die Ergebnisse beider Berechnungsarten jedenfalls weniger von einander ab, als dies zwei anabhängige Doppelbestimmungen von derselben Bodenprobe thun. Deshalb können auch die Resultate von Fesca's Untersuchungen direkt mit den unsrigen verglichen werden.

Gehalt der Böden an Feinboden
(kleiner als 2 mm Durchmesser).
Tabelle IV und IVa.

Die Böden des Wellenkalkes auf ursprünglicher Lagerstätte (Nr. 38 u. 48) enthalten viel Steine und wenig Feinboden (34—44 %); auf dem mit Rasen bedeckten Abhang 47 wird der von der Höhe herabgeschwemmte Feinboden theilweise festgehalten (aber verhältnissmässig wenig von den feinsten Theilen!) weshalb hier der Gehalt an Feinboden 70 % beträgt; der Untergrund enthält davon ebenso wenig wie an anderen Stellen des Wellenkalkes.

Der Schwemmboden im Thal, der sich aus dem abgeschwemmten feinen Material der Abhänge aufbaut, enthält selbstverständlich sehr viel Feinboden (76—87 %).

Die Böden des Mittleren Muschelkalkes enthalten die höchsten Mengen Feinboden (91—100 %); ja die wenigen gröberen Stücke, die gefunden wurden, konnten zum Theil noch als verschleppte Stücke des Wellenkalk und der Thonplatten und als Ziegelstückchen bestimmt werden.

Allerdings kommen in diesem Horizont stellenweise, und namentlich dort, wo der festere Zellenkalk zu Tage tritt, auch Böden vor, welche mehr grobe Theile enthalten; dieselben bilden aber die Ausnahme.

Vor allem ist noch hervorzuheben, dass hier der Untergrund der Ackerkrume vollständig gleich ist. Die Böden sind tiefgründig.

Die Böden des Trochitenkalkes.

Da der Trochitenkalk nicht wie der Wellenkalk in kleine Brocken zerfällt, so enthalten auch die daraus entstehenden Böden nur wenig Steine; der Gehalt an Feinboden beträgt 75—100 %. Dagegen finden sich viele grosse Plattenstücke und es hängt sehr vom Zufall ab, ob man in die Probe einige grössere Steine hinein bekommt. Der gefundene Feinbodengehalt wird deshalb bei verschiedenen Proben und Bestimmungen mehr schwanken als anderswo.

Der Untergrund ist dort, wo der Boden tiefgründig ist, der Ackerkrume sehr ähnlich; an den bei weiten meisten Stellen ruht die schwache Ackerkrume gleich auf den zerklüfteten Platten des Gesteins, welche dann oft vom Pfluge an die Oberfläche gebracht werden.

Die Thonplatten liefern einen schweren Boden, der sich von dem des Wellenkalkes vortheilhaft durch seinen höheren Gehalt an Feinerde unterscheidet (85—86 %). Der mässige Gehalt an Steinen wirkt hier günstig, indem dadurch der Boden weniger zäh und widerspenstig gemacht wird. Die Böden sind mässig tiefgründig; im Untergrund ist der Gehalt an Feinboden meist grösser als in der Ackerkrume (92 und 99 %), da durch den Regen die feinsten Theile in den Untergrund hinabgeschwemmt werden.

Die Böden der Thonplatten sind meist grau gefärbt.

Der Tuffkalk bildet einen sehr feinkörnigen Boden mit 95 % Feinbodengehalt. Derselbe ist tiefgründig und durch reichliche Humussubstanz schwärzlich oder wenigstens dunkelgrau gefärbt.

Bestand des Feinbodens.

Wellenkalk.

Nach den Schlämmanalysen Nr. 38, 47, 48 enthalten die Ackerkrumen 51—59 % (im Mittel ca. 56 %) feinste Theile unter 0,01 mm; sie sind demgemäss als richtige, mässig schwere Thonböden anzusprechen.

Der Untergrund dagegen enthält 64—71 % (im Mittel 68 %) feinste Theile; er ist also noch schwerer als die Ackerkrume, aus welcher das Regenwasser Feinboden und feinste Theile zusammen ausgeschlämmt hat.

Der Gehalt an Staub schwankt zwischen 11—24 % wie dies bei Thonböden im Allgemeinen der Fall ist. Der Schwemmboden Nr. 49 dagegen enthält 36 % Staub und müsste demgemäss als „sandiger Thonboden" bezeichnet werden. Es zeigt dies, dass der Schwemmprocess derart vor sich geht, dass ein erheblicher Theil der aus dem Boden auf der Höhe ausgeschwemmten feinsten Theile (VII) mit dem Wasser weggeführt wird, während die bereits gröberen (VI) sich reichlich niederschlagen, sobald das Wasser vom steilen Abhang auf die ebene Thalsohle gelangt und dadurch seine Geschwindigkeit ermässigt. Die übrigen Körnungsproducte sind mehr oder weniger reichlich vorhanden.

Die untersuchten Böden des Mittleren Muschelkalkes sind in ihrer Zusammensetzung ziemlich verschieden. Der Feinboden von Nr. 84 entspricht fast ganz dem Schwemmboden des Wellenkalk Nr. 49, nur enthält er noch etwas mehr feinste Theile und wäre als „sandiger Thonboden" zu bezeichnen.

Nr. 53 und 70 schliessen sich an den von Fesca untersuchten Diluviallösslehm, Löss und Lössmergel von Gutenberg bei Halle an; Nr. 7 und 71 dagegen sind reine Thonböden, wobei aber zu bemerken ist, dass die Fläche, von der die Probe 71 stammt, ein völlig steriles Stück Land und kein eigentlicher Ackerboden ist. Im Mittel enthalten die Böden ca. 47 % feinste Theile, sind also durchschnittlich weniger schwer und thonig als die des Wellenkalkes, sondern mehr lössartig, feinkörnig. Auch sind gröbere Theile nur in ganz geringer Menge vorhanden,

wogegen Staub von 0,1 bis 0,05 vielfach in sehr bedeutender Menge gegenwärtig ist. Der Untergrund ist meist von ganz derselben Beschaffenheit wie die Ackerkrume.

Die Feinböden des Trochitenkalkes enthalten wesentlich weniger feinste Theile als die des Wellenkalkes und auch weniger als die schwersten Böden des Mittleren Muschelkalkes (34 % bis 42 %, im Mittel ca. 38 %). Nr. 11 b entspricht fast genau dem Lösslehm von Gutenberg (Fesca, S. 75), während 57 durch einen grossen Gehalt VII und geringen an V einem etwas schwereren Boden (eigentlichen Lehmboden) entsprechen würde. Der Gehalt an gröberen Theilen ist erheblich; der untersuchte Untergrund stimmt mit der dazu gehörigen Ackerkrume fast ganz überein; er ist etwas reicher an feinsten Theilen als letztere, wie dies meist der Fall ist.

Die Thonplatten bilden vollständig ächte Thonböden mit 57 und 67 % feinsten Theilen in der Krume und 71 und 72 % im Untergrund. Dies entspricht einem schweren Thonboden. Jedoch ist auch der Gehalt an Staub (VI) recht hoch vor allem in der Krume. Das Wasser schlämmt die feinsten Theile in den Untergrund, so dass dieser schwerer, die Ackerkrume dagegen milder wird. Der Gehalt an den gröberen Theilen, Sand und Kies ist nicht sehr bedeutend, etwa ebenso wie bei dem Trochitenkalkboden.

Nr. 32 ist aus Thonplatten entstanden; der Untergrund zeigt deutlich den Charakter eines Thonbodens; da das Terrain aber eine Mulde bildet, in welche Material des Trochitenkalkbodens eingeschwemmt wird, so stellt dieser Boden einen Uebergang zwischen dem Boden des Trochitenkalkes und dem der Thonplatten dar.

Aus dem Tuffkalk entsteht ein an feinsten Theilen sehr armer Boden, der sich an Fesca's Staublöss anschliesst, und als humoser Sandboden bezeichnet werden muss. Auch gröbere Theile, Sand und Kiess kommen hierin mehr vor, als in den anderen untersuchten Bodenarten.

Auf der Tabelle sind noch verschiedene Doppelbestimmungen angegeben, nach welchen die mit dem Schöne'schen Apparate erreichbare Genauigkeit beurtheilt werden kann. Es erhellt daraus, dass Differenzen bis zu

2% auftreten können, in den meisten Fällen sind dieselben aber geringer. Berechnet man aus den Doppelbestimmungen der drei Stufen V, VI und VII, auf welche es hauptsächlich ankommt, den mittleren procentischen Fehler nach der Methode der kleinsten Quadrate, so erhält man den mittleren procentischen Fehler einer Bestimmung

„m = 2,4%."

Beträgt demnach das Resultat:	so wäre der mittlere Fehler der Bestimmung:
20%	ca.: ± 0,5%
40 „	„ ± 1 „
60 „	„ ± 1,4 „

Daraus folgt aber, dass die Berechnung auf zwei und drei Decimalstellen, wie solche oft ausgeführt wird, vollständig überflüssig ist, und nur den bereits erheblichen Zahlenballast ohne irgend welchen Nutzen und nur zum Schaden der Uebersichtlichkeit vermehrt. Die Angabe von Zehntelprocenten ist für alle Fälle vollständig ausreichend.

Verhältniss der nach Kühn's Dekantir-Methode erhaltenen abschlämmbare Theile zu denen nach Schöne's Methode.

Es wurde auch versucht, festzustellen, in welchem Verhältniss die Menge der nach Prof. Julius Kühn's Dekantir-Verfahren gewonnenen abschlämmbaren Theile zu denen, die nach Schöne's Verfahren gewonnen wurden, ständen. Zu diesem Zwecke wurden die mit Schöne's Apparat gewonnenen Schlämmproducte wieder aufgekocht und im Kühn'schen Cylinder nach dem Verfahren, wie es Steinriede beschreibt, geschlämmt.

Es zeigte sich, dass von den Körnungen I, II und III (Schöne) niemals etwas durch Kühn's Verfahren abgeschlämmt werden kann; von Schöne's IV wird mitunter eine Kleinigkeit abgeschlämmt (Wurzelfasern); Schöne's V, VI, VII werden in Kühn's Apparat niemals vollständig fortgeschlämmt. Der Rückstand im Kühn'schen Cylinder

betrug bei V 75—89%
„ „ VI 31—47 „
„ „ VII 3 —23 „

Der umgekehrte Versuch: die abschlämmbaren Theile, die durch Kühn's Verfahren gewonnen wurden, im Schöne'schen Apparate zu zerlegen, wurde ebenfalls ausgeführt und ergab ähnliche Resultate, wie die eben angeführten.

b) Die mikroskopische Untersuchung der Böden.

Tabelle V.

Sprengel empfiehlt in seiner „Bodenkunde" vom Jahre 1837, Seite 411, die mikroskopische Untersuchung des unlöslichen Rückstandes. Er sagt: „Findet man, dass derselbe nur aus Quarzsand besteht, so ist eine weitere (chemische) Untersuchung unnöthig, finden sich aber viele andere Mineralien, so ist es immer von Interesse, denselben weiter zu zerlegen."

Wir hatten schon vorher den unlöslichen Rückstand der Gesteine untersucht; die Untersuchung des Bestandes der Böden musste dann die früher gefundenen Resultate bestätigen, gleichzeitig konnte dieselbe aber ergeben, dass Mineralien bei der Entstehung des Bodens etc. neugebildet wären. Die Untersuchung hat in dieser Beziehung ergeben, dass neugebildete Verbindungen — abgesehen von organischen Stoffen und Humuskörpern nicht in dem Umfange und der Ausbildung vorhanden sind, dass sie petrographisch bestimmt werden können.

Bei der Untersuchung wurden meist die einzelnen Schlämmproducte für sich gesondert in ihrem natürlichen Zustande oder nachdem die Humussubstanz durch Glühen zerstört war, untersucht; ausserdem wurden Proben von Original-Boden, ferner die mit Salzsäure ausgezogenen und die Rückstände der Analysen untersucht.

Stiess schon die Bestimmnng der im unlöslichen Rückstande der Gesteine enthaltenen Mineralien auf grosse Schwierigkeiten, so waren dieselben bei Untersuchung der Böden in Folge der fortgeschrittenen Verwitterung der den Boden bildenden Mineralien noch viel grösser, und wurden bei der Untersuchung der feinsten Theile schier unüberwindlich, so dass gerade hier, wo im agronomischen Interesse eine Aufklärung des Bestandes für Erklärung der Absorptionsvorgänge etc. besonders wichtig gewesen wäre,

die Ausbeute am aller geringsten gewesen ist und jedenfalls auch für die Zukunft bleiben wird.

Die feinsten Theile bestehen meist aus Quarzstaub, Thon und einer Menge unbestimmbarer Mineralien in allen möglichen Stadien der Verwitterung; auch Quarzkrystalle kommen bisweilen vor, so wie Blättchen von Glimmer und Feldspath.

Die bei weitem grösste Menge des Bodens, resp. des in Säure unlöslichen Rückstandes desselben besteht selbstverständlich aus Quarzkörnern; die selten sichtbaren Quarzkrystalle zeigen sich kaum jemals so frisch und scharfkantig, als das in den Gesteinen so häufig der Fall war. Ihre Kanten sind vielfach abgeschliffen. Auch Zirkon und Turmalin, welche in den Gesteinen in den bei weiten meisten Fällen in tadellosen Krystallen mit scharfen Kanten erscheinen, zeigen im Boden abgerollte und gebrochene Kanten und Ecken, so dass es den Anschein hat, als ob die im Ackerboden sich abspielenden Verwitterungs- und Oxydationsprocesse, die sich bildenden Säuren etc. auch diese festesten und so schwer verwitternden Bestandtheile langsam, aber sicher in Lösung bringen.

Bemerkungen zu Tabelle V.

Wellenkalk.

Nr. 38. Quarzkrystalle sind sehr selten; sie erscheinen meist abgerollt; Platten mit Aggregat-Polarisation sind gleichfalls selten. Magneteisen ist vielfach vorhanden, Zirkon in Bruchstücken.

Nr. 49. Abgerollte Quarzkrystalle wurden mehrfach gesehen.

Mittlerer Muschelkalk.

Quarzkrystalle sind sehr selten, nur in dem Boden von Ossenheim Nr. 71 sind sie häufig. Auch das Gestein aus der Nähe dieses Bodens enthielt sehr viel Krystalle (vergl. Mikroskop. Untersuchung der Gesteine M. M. 15).

In 84 sind in den gröberen Theilen auch mehrfach Krystalle gesehen worden; Zirkon konnte nur in 7b als vorhanden festgestellt werden, Rutil und Turmalin dagegen mehrfach.

Vielfach finden sich im Originalboden Dolomitkörner mit zonarem Bau; in Nr. 71 wurden ein Gypskrystall beobachtet. Anhydrit(?) wurde mehrfach gesehen.

Trochitenkalk.

Die Hauptmasse des Bodens sind Quarzbrocken, auch sehr viel Platten mit Aggregatpolarisation (verkieselte Terebratelschalen) finden sich in allen groben Theilen; in manchen Proben bilden letztere den Hauptbestand. Von Zirkon finden sich viel zerbrochne und abgerollte Krystalle, ebenso von Turmalin.

Aus Nr. 11 wurden durch Klein'sche Lösung vom Gewicht des Quarz viel gelbbraune, pleochroitische Stücken mit Längsstreifung und mässig starker Polarisation ausgeschieden; dieselben sind schwerer als Quarz und sind wahrscheinlich Augit oder Hornblende. Thon ist hier sehr wenig vorhanden.

Thonplatten.

Die Hauptmasse vom Sand und Kiess besteht abgesehen von Kalksteinkörnern aus Quarzkörnern bis zu 1 mm Durchmesser, sehr selten sind Quarzkrystalle; in den feinsten Theilen findet sich neben viel Thon auch Quarzstaub.

Tuffkalk.

Die Hauptmasse des unlöslichen Rückstandes sind Quarzkörner; kleine Quarzkrystalle sind mehrfach vorhanden, Turmalin findet sich öfter.

c) Chemische Untersuchung der Böden.

Tabelle VI.

Bei der chemischen Untersuchung wurde stets von dem durch das 2 mm Sieb gefallenen Feinboden ausgegangen; derselbe wurde bei 110° anhaltend getrocknet, und alle Resultate wurden auf absolut trockenem Boden berechnet.

Als Lösungsmittel wurde, wie am Kopfe der Tabelle angegeben, meist concentrirte kochende Salzsäure verwendet; der Rückstand wurde dann geglüht, ein Theil desselben mit Natriumcarbonat und etwas Natronlauge gekocht, und die gelöste Kieselsäure bestimmt. Hierauf wurde in der Platinschale wiederholt mit concentrirter Schwefelsäure auf-

geschlossen; letztere wurde abgeraucht, darauf der Rückstand mit heisser verdünnter Salzsäure ausgezogen und die in Lösung gegangenen Stoffe quantitativ bestimmt. Der Rückstand wurde dann wieder mit Natriumcarbonat zur Bestimmung der abgeschiedenen Kieselsäure gekocht.

Das Verfahren der Analyse zur Bestimmung der durch die Säuren gelösten Stoffe war das von Wahnschaffe (Anleitung zur wissenschaftlichen Bodenuntersuchung) ausgearbeitete mit den Abänderungen, dass Kalk- und Magnesiagehalt meist nicht in der ganzen Lösung, sondern in einem aliquoten Theile derselben bestimmt wurden.

Das Mangan wurde stets ausgefällt, aber nicht quantitativ bestimmt, da es meist nur in Spuren vorhanden war.

Die Phosphorsäure wurde nach der alten Molybdänmethode, der Gesammt-Stickstoff nach Kjeldal bestimmt. (Wein: Agriculturchemische Analyse).

Wiederholt wurde auch die Lösung von Natriumcarbonat, aus welcher die gelöste Kieselsäure bereits gefällt war, auf Kalk und Schwefelsäure untersucht; es fanden sich geringe Mengen von beiden, was auf in Lösung gegangenen Anhydrit hindeutet.

Vom Tuffkalk wurden zwei Analysen von Henneberg angeführt; die erste nach: Journal für Landwirthschaft 1862, die zweite nach Heyden: Düngerlehre Bd. II S. 298 (auch in Orth: Schlesisches Schwemmland S. 329 citirt).

Die lösliche Kieselsäure findet sich in Verbindungen, die sich zum Theil bereits in verdünnter Salzsäure auflösen (Nr. 11b); erhebliche Mengen davon lösen sich in concentrirter Salzsäure; am wenigsten in Nr. 49 Wellenkalkschwemmboden = 0,04%, am meisten in 11b Trochitenkalkboden = 0,59% und 0,84 im Tuffkalkboden nach Henneberg.

Sehr viel grösser als die direkt lösliche Menge der Kieselsäure, ist der Theil derselben, welcher durch Salzsäure aus seinen Verbindungen ausgeschieden und dann durch Kochen mit Natriumcarbonat gelöst wird. Dieser Theil ist am geringsten in Nr. 7b mit 7,6%, dagegen am grössten in 11b mit 17,3%. Es ist von Interesse die Gesammtmenge der löslichen Kieselsäure festzustellen:

Kieselsäure.	Boden von: Wellenkalk.		Mittl. Muschelkalk.		Trochitenkalk.	Thonplatten.		Tuffkalk.	
Nr.	38	49	7b	84	11b	32	52		
löslich in HCl	0,13	0,04	0,08	0,14	0,59	0,12	0,06	0,28,	0,84
„ „ $NaCO_3$	9,32	11,85	7,61	12,01	17,30	11,96	16,00	—	—
in Summa	9,45	11,89	7,69	12,15	17,89	12,18	16,06	—	—

Der Gesammtgehalt an löslicher Kieselsäure schwankt zwischen 7,7% und 17,9%; Trochitenkalk und Thonplatten enthalten davon entschieden am meisten. Da der grössere Theil sich in Verbindung mit Alkalien befindet, so bedingt der grössere Gehalt an löslicher Kieselsäure auch das Vorhandensein einer grösseren Menge löslicher Alkalien, und es ist desshalb die Bestimmung der Menge der löslichen Kieselsäure von Wichtigkeit. Es ist aber noch zu bemerken, dass ein Theil der Kieselsäure, die durch $NaCO_3$ und NaHO gelöst wird, sich in Form von Chalcedon, den die mikroskopische Analyse sowohl in den Gesteinen als auch in den Böden nachgewiesen hat, vorhanden ist. Die Menge desselben scheint aber im Verhältniss gering zu sein.

Auch in concentrirter Schwefelsäure löst sich stets Kieselsäure (0,03% bis 0,4% und 5,1 nach Henneberg); ferner wird aus dem mit Schwefelsäure ausgekochten Rückstande durch Natriumcarbonat stets wieder Kieselsäure gelöst (3,6 und 4,4%).

Es zeigt dies klar, dass durch die Behandlung mit Schwefelsäure weitere Silikate in Lösung gehen resp. zersetzt werden.

Als wir durch die Analyse diesen stellenweis so bedeutenden Gehalt an löslicher Kieselsäure ermittelt hatten, entstand die Hoffnung, dass es gelingen möchte die Mineralien, in denen dieselbe vorhanden ist, durch die mikroskopische Untersuchung festzustellen; diese Hoffnung ist aber, wie bereits erwähnt, nicht in Erfüllung gegangen. Zeolithartige Verbindungen, aus welchen sich nach Fesca (l. c. S. 23) vorzüglich Kieselsäure in löslicher Form abspalten soll, konnten niemals weder in den groben noch in den feinen Theilen in erkennbarer Form mikroskopisch ermittelt werden. Wir glauben desshalb auch nicht, dass dieselben in erheb-

licher Menge im Boden vorhanden sind. Dagegen finden sich in den feinsten Theilen, welche nach Fesca hauptsächlich die lösliche Kieselsäure enthalten, grosse Menge von Mineralien in allen möglichen Stadien der Verwitterung und Zersetzung, welche demgemäss auch in sehr verschiedenem Grade löslich sein werden. Vor allem dürften dies Zersetzungsproducte und Auslaugungsrückstände der Feldspäthe sein, deren reichliches Vorkommen in verschiedenen Abarten durch die mikroskopische Analyse nachgewiesen ist.

Es ist weiter bekannt, dass auch frischer Oligoklas durch Einwirkung von Jauche (und jedenfalls auch im Boden) schnell zersetzt wird.

Es scheint uns desshalb aussichtslos nach chemisch fest typirten und petrographisch bestimmbaren Mineralien zu suchen, denen die Kieselsäure und Alkalien, welche sich in Salzsäure und Schwefelsäure lösen, entstammen könnte.

Fesca ist der Meinung, dass vor allem Glimmer von der Schwefelsäure zersetzt werde. In unserem Falle ist derselbe aber von geringerer Bedeutung; die Feldspäthe haben entschieden den Hauptantheil. Jedenfalls deutet eine erhebliche Menge löslicher Kieselsäure meist auch auf eine grössere Menge leicht zersetzbarer Silikate und desshalb auf das Vorhandensein von Basen hin, die sich verhältnissmässig leicht lösen. Nach Senft verwandeln sich gewisse Silikate bei Gegenwart von Humussäuren in humussaure und kohlensaure Salze, wodurch die Basen für die Pflanzenwurzeln leicht aufnehmbar werden.

Eisenoxyd und Thonerde.

Beide werden von concentrirter Salzsäure stets in bedeutender Menge gelöst; das Eisen, welches als Carbonat, Humat, oder Oxydhydrat vorhanden ist, löst sich in concentrirter kochender Salzsäure vollständig, so dass diejenige Menge, welche dann noch aus dem Rückstande durch Schwefelsäure gelöst wird, aus den Silikaten ausgeschieden

werden muss. Meist ist davon nur eine ganz geringe Menge vorhanden.

Wenn man nach der Farbe der Böden urtheilt, so müsste man annehmen dass der braune Trochitenkalkboden am meisten Eisen enthielte; die Analyse zeigt aber, dass Wellenkalk und Thonplatten trotz ihrer grauen Farbe wesentlich mehr davon enthalten können. In den beiden letztgenannten Böden ist ein erheblicher Theil des Eisens in Form von Oxydul(carbonat) vorhanden, wie aus der grünen Farbe ihrer Lösungen hervorgeht. Sehr arm an Eisen ist der Boden des Tuffkalkes, er enthält bloss 0,34% in einem Falle.

Da der eigentliche Thon in Salzsäure unlöslich ist, so kann die dadurch gelöste Thonerde nur aus dem verwitterten Silikaten (Feldspäthen) stammen. Der Gehalt daran schwankt zwischen 0,25 (Wellenkalk) und 8,4% in dem Mischboden 32; von der Thonerde des Trochitenkalkbodens ist sogar eine Spur in verdünnter, kalter Salzsäure löslich.

Der Wellenkalk ist überhaupt der „rohste" Boden, d. h. der, in welchem die Verwitterung am wenigsten fortgeschritten ist; der geringe Gehalt an löslicher Thonerde giebt Zeugniss davon. Der sehr viel bessere Schwemmboden des Wellenkalkes enthält auch eine sehr viel grössere Menge löslicher Thonerde (4,3%).

Durch concentrirte Schwefelsäure wird stets eine erhebliche Menge Thonerde aus dem Rückstande der Salzsäure-Lösung ausgezogen; mit ihr zusammen gehen aber stets (ausser dem schon genannten Eisen) bedeutende Mengen von Kali, Natron, Kalk und Magnesia in Lösung. Es zeigt dies deutlich, dass durch Schwefelsäure ausser der kieselsauren Thonerde noch eine ganze Menge anderer Silikate gelöst werden, und es ist desshalb auch ganz ungerechtfertigt, die gelöste Thonerde auf Thon zu berechnen, z. B. nach der Formel von Forchhammer.

Kalkgehalt. (Weitere Bestimmungen finden sich unter den agronomischen Analysen).

In den untersuchten Proben wechselt der Kalkgehalt (Calciumoxyd) zwischen 0,5 % bei Nr. 32 Thonplatten und 11,1 % im Wellenkalk; der Tuffkalk enthält 22 und 26 %, ist also bei weitem der kalkreichste Boden.

Es ist ja schon länger bekannt, dass die aus Kalkgestein entstandenen Böden oft sehr kalkarm sind (Untersuchungen von Wolff über würtembergische Böden), dass dieselben aber durchgängig so wenig Kalk enthalten — bisweilen kaum ½ % Calciumoxyd und oft noch viel weniger bis zu 0,3 % herunter — das erscheint etwas überraschend. Wo sollen sich dann die eigentlichen „Kalkböden", die nach Sprengel 30—75 % Calciumcarbonat (17—42 Calciumoxyd) enthalten, und welche in allen Lehrbüchern verzeichnet stehen, finden lassen? Wir haben in der Muschelkalkformation keinen derselben antreffen können, nur der Tuffkalkboden von Henneberg würde dazugehören, wobei aber zu bemerken ist, dass hier jedenfalls der Gesammtboden und nicht der Feinboden analysirt wurde. Unsere agronomische Analyse dieses Bodens Nr. 69 weist auch nur 14 % CaO im Feinboden nach.

In dem agronomischen Theile dieser Arbeit sind eine grössere Zahl Untersuchungen über das Vorkommen und die Vertheilung des Kalkes im Boden mitgetheilt und erläutert; wir brauchen deshalb hier nur noch zu erwähnen, dass der in concentrirter Salzsäure lösliche Kalk durchaus nicht einzig in der Form von Calciumcarbonat im Boden vorhanden ist. Dies zeigt schon die Analyse 11b, bei welcher 0,45 % CaO in verdünnter Salzsäure gelöst wurden, während aus dem Rückstande durch concentrirte Salzsäure weitere 0,23 CaO ausgezogen werden konnten. Da auch Schwefelsäure nur sehr wenig vorhanden war, so müssen wir annehmen, dass letztere 0,23 % CaO in Silikatverbindungen vorhanden gewesen sind, welchen auch durch Behandlung mit concentrirter Schwefelsäure in allen Fällen erhebliche Mengen Kalk entzogen wurde.

Die vorhandene Kohlensäure reichte in sehr vielen Fällen zur Sättigung von Kalk und Magnesia nicht aus.

In manchen Fällen wurde noch konstatirt, dass aus dem in Salzsäure unlöslichen Rückstande Spuren von Kalk und Schwefelsäure durch Kochen mit Natriumcarbonat gelöst wurden, was auf das Vorhandensein von Anhydrit hindeutet.

Der Gehalt an Magnesia.

Die Gesteinsanalysen hatten bereits gezeigt, dass der Gehalt an Magnesia in den Schichten des mittleren Muschelkalkes bei weitem am grössten ist; Aehnliches zeigen auch die Bodenanalysen.

Während der Boden der Thonplatten Nr. 52 0,2 % MgO, der des Trochitenkalkes 11b 0,5 %, der des Wellenkalkes 38 0,6 % MgO an concentrirte Salzsäure abgiebt, steigt der Gehalt im Boden des mittleren Muschelkalkes auf 5,6 %. Es darf aber nicht unerwähnt bleiben, dass Nr. 84 nur 0,8 % MgO enthält, obgleich dies ein richtiger Boden des mittleren Muschelkalkes ist. Auch das Verhältniss zwischen Kalk und Magnesia in den einzelnen Böden ist durchaus nicht derart, dass daran die zum Mittleren Muschelkalk gehörigen sicher erkannt werden könnten. Unter den agronomischen Analysen finden sich hierfür weitere Belege.

Auch die Tuffkalkböden enthalten zum Theil bedeutende Mengen an Magnesia, obgleich das Tuffkalkgestein daran arm ist.

Im Schwefelsäureauszug des Rückstandes fanden sich ebenfalls stets erhebliche Mengen Magnesia.

Kali und Natron wurden überall gefunden; einen ganz hervorragenden Gehalt an Kali zeigt Nr. 49 (0,79 % K_2O), ferner ebenfalls noch der Wellenkalkboden Nr. 38 (0,57 %) und der Thonplattenboden Nr. 32 (0,56 %), auch die Böden des Mittleren Muschelkalk sind noch reich daran (0,25 und 0,46 %), am wenigsten enthalten Tuffkalk (und Trochitenkalk?). Aus letzterem löst schon verdünnte Salzsäure merkliche Mengen. Es ist hier zunächst an die im Dünger und Jauche aufgebrachte Menge zu denken, welche durch Absorption festgehalten ist.

Auch andere Analysen bestätigen den sehr hohen Gehalt an Alkalien; so führt Grandeau einen Muschelkalk-

boden von Hoblainville (Meurthe) an, welcher 0,82 % K_2O enthält (cit: Risler I, S. 215).

Auch Analysen von Weinbergsböden am Main zeigen sehr hohen Kaligehalt, z. B.:

Nr.	1	2	3	4	6
K_2O	0,40 %,	0,22 %,	0,33 %,	0,64 %,	0,47 %,
Na_2O	0,07 „	0,08 „	0,10 „	0,10 „	0,17 „

(cit: Risler I, S. 237). Der letzte derselben ist ein reiner Wellenkalkboden, während die übrigen aus allen Stufen gemischt sind.

Nach Hilger enthielten ferner Böden des Wellenkalkes 0,4—0,6 % Kali und 0,08 bis 0,56 % Natron, welche sich in concentrirter Salzsäure lösen. Vom Kali lösen sich 0,18 % bereits in kohlensäuregesättigtem Wasser. Die Wellenkalkböden zeigen also auch hier einen sehr bedeutenden Gehalt an Alkalien, welche jedenfalls aus den reichlich vorhandenen Zersetzungsproducten der Feldspäthe, welche die mikroskopische Analyse nachgewiesen hat, entstammen.

Joulie giebt an (Production fouragère par les engrais Paris 1887, S. 92), dass Boden, der Futterpflanzen in reichlicher Menge erzeugen soll, wenigstens 0,25 % K_2O (in Königswasser löslich) enthalten muss. Von unsren Böden erreichen nur der des Trochitenkalk und des Tuffkalk diesen Betrag nicht, während die des Wellenkalkes und der Thonplatten ein- bis zweimal mehr enthalten!

Ueber den Gehalt an Kohlensäure wird unten im agronomischen Theile ausführlich gehandelt.

Phosphorsäure ist in allen Böden und in verschiedener Menge vorhanden, am wenigsten findet sich im Wellenkalkboden (Nr. 38 = 0,04 %), am meisten in dem des Mittleren Muschelkalkes (7b = 0,34 %). Auch der Tuffkalk enthält viel davon (0,36 % in Salpetersäure löslich). Joulie verlangt für seinen Normalboden 0,10 % Phosphorsäure; von unseren Böden erreichen der des Wellenkalk und Trochitenkalk diesen Betrag nicht, während die übrigen denselben mehr oder weniger übertreffen.

Gasparin dagegen sagt in seiner Détermination des terres arables dans le laboratoire: Ein Boden ist sehr reich, wenn er 0,2 % P_2O_5, er ist reich, wenn er 0,1—0,2 % P_2O_5 enthält, und er ist arm bei einem Gehalte von weniger als 0,05 %.

Nach Untersuchungen von Böden der Provinz Sachsen giebt Prof. Märker an:

Es ist zu bezeichnen als:

ein aussergewöhnlich hoher Gehalt an P_2O_5 über 0,20 % (sehr selten vorkommend)

ein sehr hoher Gehalt	0,15—0,20	%
ein hoher Gehalt	0,10—0,15	„
ein normaler Gehalt der guten Rübenböden	0,10	„
ein mässiger Gehalt	0,075	„
ein niedriger Gehalt	0,05	„
ein sehr niedriger Gehalt	0,025	„

(Jahresbericht des landw. Centralvereins für die Provinz Sachsen 1890.)

Wenn es gestattet ist, unsere Untersuchungen mit denen von Gasparin, Joulie und Märcker zu vergleichen, so hätten wir:

1. sehr phosphorsäurereiche Böden:

Nr. 49 Schwemmboden des Wellenkalk	0,2	% P_2O_5
Nr. 52 Thonplatten vom Hainberg	0,28	„
Kalktuff nach Henneberg	0,29 u. 0,36	„
Nr. 7b Boden des Mittleren Muschelkalkes	0,17	„
Nr. 32 Boden von Trochitenkalk und Thonplatten gemischt	0,18	„

2. phosphorsäurereiche Böden:

Nr. 84 Boden des Mittleren Muschelkalkes	0,11	„

3. phosphorsäurearme Böden:

Nr. 11b Trochitenkalk	0,07	„
Nr. 38 Wellenkalkboden	0,04	„

Auch die oben citirten Analysen von Weinbergsböden am Main zeigen mitunter ganz ausserordentlich hohen Phosphorsäuregehalt; derselbe schwankt hier zwischen 0,1 und 0,8 %.

Der Muschelkalkboden Grandeau's von Hoblainville hatte 0,7 % P_2O_5.

Schwefelsäure findet sich in allen Böden in Spuren oder geringer Menge. Am meisten enthält 7b (0,34 %). Hier ist es auch gelungen, mikroskopisch Gyps und Anhydrit nachzuweisen.

Der Gehalt an Gesammtstickstoff wurde nach Kjeldal's Methode bestimmt. Die gefundenen Zahlen zeigen erhebliche Unterschiede, welche sich durch den verschiedenen Kultur- und Düngungszustand erklären lassen.

d) Agronomische Untersuchung der Böden.

Tabelle VII.

Der durch das 2 mm-Sieb gefallene Feinboden wurde bei 110° getrocknet, die darin vorhandene Kohlensäure durch verdünnte Salzsäure (1 HCl + 3 H_2O) ausgetrieben, im Geissler'schen Kaliapparat aufgefangen und gewogen. Es wurden gewöhnlich 5 gr Boden verwendet, bei sehr kalkreichen Böden nur 2 gr, bei sehr kalkarmen 10 gr.

In der abfiltrirten Lösung (oder in einem Theile derselben) wurde Kalk und Magnesia bestimmt, und zwar wenigstens in zwei verschiedenen Proben; mehrfach wurden diese Bestimmungen an Stelle mit Salzsäure mit Phosphorsäurelösung und mit Essigsäure ausgeführt, so bei Probe 7b dreimal, bei 53 viermal, bei 57a achtmal, 11b viermal, 32 und 52 dreimal. Die in der Tabelle stehenden Zahlen sind Mittelwerthe. Sämmtliche Bestimmungen sind auf lufttrocknen Boden berechnet.

Wegen der grossen Zahl der Kalkbestimmungen wurde hier der Kalk nicht gewichtsanalytisch, sondern durch Titriren bestimmt. Nach Fällung von Eisen und Thonerde durch Ammoniak wurde der Kalk durch Ammoniumoxalat gefällt, abfiltrirt und mit heissem Wasser gut ausgewaschen. Dann wurde der Niederschlag von Calciumoxalat mit heisser, verdünnter Schwefelsäure vom Filter in ein Becherglas

gespritzt, mit Wasser und Säure reichlich nachgespült, erhitzt bis zur Lösung des Kalkes, und dann die vorhandene Oxalsäure durch Titriren mit übermangansaurem Kali bestimmt.

Der Titre der Chamäleonlösung wurde öfter bestimmt dadurch, dass in einem Theile einer Kalklösung der Kalkgehalt gewichtsanalytisch (doppelt) bestimmt wurde, während in einem anderen Theile dieser Lösung die zur Zersetzung der Oxalsäure des gefällten Kalkes nöthige Menge Chamäleonlösung maassanalytisch ermittelt wurde. Man erhält dadurch direkt die Menge Kalk (CaO), welche 1 cbcm verbrauchter Chamäleonlösung entspricht. Diese Methode liefert gut übereinstimmende Resultate, und man arbeitet damit sehr schnell, so dass wir dieselbe für ähnliche Zwecke angelegentlich empfehlen.

Der mit Säure ausgezogene Boden wurde getrocknet, und darin der Glühverlust bestimmt; das hygroskopische Wasser wurde in besonderen Proben festgestellt.

Der Gesammtstickstoff wurde nach Kjeldals Methode bestimmt; der Gehalt an Humus durch Oxydation des Kohlenstoffs durch Chromsäure und gewichtsanalytische Bestimmung der entstandenen Kohlensäure. Aus dem Gewicht der letzteren wurde das des Humus durch Multiplication mit 0,471 berechnet.

Gehalt an Kalk, Magnesia und Kohlensäure.

(Tabelle VIIa.)

Wir haben den Gehalt des durch das 2 mm-Sieb gefallenen Feinbodens an Calcium und Magnesium nicht auf Carbonat, wie dies so oft geschieht, sondern auf Oxyd berechnet, weil — wie weiter unten gezeigt wird — oft ein bedeutender Theil dieser Metalle nicht an Kohlensäure gebunden ist. Nach Tabelle VIIa ist an Calcium- und Magnesiumoxyd im Mittel vorhanden im Feinboden:

Boden von:	der Ackerkrume CaO	der Ackerkrume MgO	des Untergrundes CaO	des Untergrundes MgO
Wellenkalk	7,8	0,3	(21,2	0,5)*)
Mittl. Muschelkalk	1,9	0,9	1,2	0,8
Trochitenkalk	0,7	0,1	0,6	0,2
Thonplatten	1,8	0,3	4,6	0,4
Tuffkalk	14,2	0,1**)	—	—

Der Kalkgehalt ist im Mittel am geringsten im Boden des Trochitenkalkes (in den Einzel-Bestimmungen sinkt derselbe jedoch herab bis auf 0,30 %); den nächsthöheren Kalkgehalt zeigt der der Thonplatten (1,8 %), noch höher ist der der Böden des Mittl. Muschelkalkes (1,9 %), hierauf folgt der der Wellenkalkböden (7,8 % und den höchsten Gehalt an Calciumoxyd hat der Tuffkalkboden (14,2 %). Die Schwankungen in den Einzelproben zeigt Tabelle VIIa. In Vergleich mit den auf ursprünglicher Lagerstätte ruhenden Böden des Wellenkalkes zeichnet sich der Schwemmboden desselben durch geringen Kalkgehalt aus. Auch Wolff führt in seinen „Studien über Gesteinsverwitterung" an, dass es Böden in der Kalksteinformation giebt, die, ähnlich unserm Trochitenkalk, bis zu beträchtlicher Tiefe gar keinen Kalk und auch keine kalkreichen Gesteinstrümmer enthalten, und daher zur Erhöhung der Fruchtbarkeit mit Kalk gedüngt werden müssen.

Wenn Böden des Trochitenkalk mit 0,30 % CaO und ähnlich geringem Kalkgehalt in grösserer Ausdehnung vorhanden sein sollten, so erscheint auch hier eine Kalkdüngung vielleicht angemessen.

Der mittlere Gehalt an Magnesia ist in den Böden des Trochitenkalkes ebenfalls am geringsten (0,1 %), dann folgen die des Wellenkalk (0,3 %) und der Thonplatten (0,3 %), schliesslich mit dem höchsten Gehalt von 0,9 % die des Mittleren Muschelkalkes. Der Tuffkalkboden enthält nach unserer Analyse 0,1 % MgO.

*) Nur eine Bestimmung.

**) Unsere Analyse; Henneberg und Stohmann geben 22 und 26 % CaO, jedenfalls sind hierbei aber die gröberen Theile nicht abgesiebt worden. Lösungsmittel war $HCl + HNO_3$.

Die Böden des Mittleren Muschelkalkes sind also durch ihren höheren Magnesiagehalt ebenso wie die Gesteine vor denen der anderen Stufen der Muschelkalkformation ausgezeichnet, jedoch wiederum nicht so, dass dies allemal der Fall ist. Das Minimum der Böden des Mittl. Muschelkalkes (0,3 %) liegt ebenso hoch als das Mittel der Wellenkalk- und das Mittel der Thonplattenböden.

Der Gehalt an Kohlensäure.

Um zu bestimmen, in welcher Verbindung Calcium und Magnesium sich im Boden befinden, wurden von allen Böden Kohlensäurebestimmungen gemacht; diese sind in die Tabellen eingetragen zugleich mit Angabe der Menge Kohlensäure, die zur Sättigung von Kalk und Magnesia nöthig ist. Es zeigte sich dabei, dass die gefundene CO_2 nur ein Mal annähernd für die Sättigung der alkalischen Erden ausreicht (bei Nr. 202), und dass nur ein Mal etwas zuviel da ist (Nr. 84), was auf das Vorhandensein von Eisenoxydulcarbonat, vielleicht auch auf einen kleinen Versuchsfehler hindeutet. In allen übrigen Fällen ist nicht so viel Kohlensäure gefunden als zur Sättigung der alkalischen Erden nöthig ist.

Setzt man letztere Menge gleich 100, so beträgt die der wirklich vorhandenen Kohlensäure im Mittel:

Boden des:	Ackerkrume	Untergrund
Wellenkalk	91 %	88 %
Mittl. Muschelkalk*)	83 „	66 „
Trochitenkalk	38 „	11 „
Thonplatten	62 „	78 „
Tuffkalk	98 „	—

Die relativ geringste Menge an Kohlensäure und in Folge dessen auch an kohlensauren Kalk und Magnesia findet sich im Untergrund des Trochitenkalkbodens; es ist hier nur durchschnittlich $^1/_9$ des vorhandenen Kalkes an Kohlensäure gebunden. Die Schwankungen in den Einzelbestimmungen sind selbstverständlich noch viel grösser und

*) Ausser Betracht gelassen ist Nr. 71 und 71a, weil dies kein eigentlicher Ackerboden, sondern ein vollständig steriles Stück Land ist.

es sind speciell bei 57a Proben vorgekommen, bei welchen die im Kaliapparat absorbirte Kohlensäuremenge so gering war, dass sie kaum gewogen werden konnte.

Es erhellt hieraus, welchen Irrthümern man sich aussetzt, wenn man annimmt, dass man den Kalkgehalt des Bodens ausreichend genau aus dem analytisch festgestellten Gehalt an Kohlensäure berechnen könne, und es folgt ferner daraus, dass bei der agronomischen Bodenuntersuchung neben der Kohlensäurebestimmung stets eine direkte Bestimmung des Kalkes nöthig ist.

Ferner war nun zu ermitteln, in welcher Verbindung sich der nicht an Kohlensäure gebundene Kalk im Boden befindet.

Zu diesem Zwecke wurden 8 Bestimmungen von Kohlensäure, Kalk und Magnesia an 8 verschiedenen Proben eines sorgfältig gemischten Bodenvolumens von Nr. 57a je doppelt ausgeführt, und zwar wurde hierbei verdünnte Salzsäure, Phosphorsäurelösung und Essigsäure (verdünnt) zum Austreiben der Kohlensäure und Lösen der alkalischen Erden verwendet. Es zeigte sich hierbei stets, dass die in Lösung gegangene Menge der Basen sehr viel grösser als zur Sättigung der gefundenen Kohlensäure erforderlich war (desgl. Nr. 11b und 32).

Die Resultate sind auf Tabelle 7 mitgetheilt und es ist zu denselben noch erläuternd zu bemerken, dass in diesem Boden der kohlensaure Kalk theilweise in Form von Kalksteinkörnchen vorhanden ist. Auch bei der sorgfältigsten Mischung des Bodens kann es nicht vermieden werden, dass einige derselben in eine Probe gelangen, während eine andere weniger davon enthält. Hieraus erklären sich die gefundenen Differenzen.

Da nun — wie die Bodenanalysen zeigen — Schwefelsäure und Salpetersäure nur in ganz geringen Mengen im Boden vorkommen, so können wir annehmen, dass das nicht an Kohlensäure gebundene Calcium jedenfalls an Humussäure gebunden ist. Untersuchungen von Professor Luedecke haben allerdings gezeigt, dass manche Silikate schon durch verdünnte Essigsäure zersetzt werden (z. B. Skolezit), indessen zeigt auch unsere Analyse 11b, dass die durch verdünnte Salzsäure in Lösung gebrachte Kieselsäure

im Vergleich zu der gelösten Kalkmenge gering ist, so dass anzunehmen ist, dass in Essigsäure (und Phosphorsäure) lösliche Silikate nur in sehr geringer Menge vorhanden sind; und wir schliessen deshalb aus diesen Untersuchungen, dass in den meisten unserer Böden erhebliche Mengen von humussaurem Kalk vorhanden sind, und dass dieser in einigen Böden die in bei weitem grösster Menge vorhandene Verbindung des Kalkes darstellt!

Die Ackerkrume enthält in den meisten Fällen verhältnissmässig mehr Kohlensäure als der Untergrund, denn in ersterer werden die sich bildenden Humussäuren schneller zu Kohlensäure oxydirt, als in den weniger durchlüfteten tieferen Bodenschichten. Bei den Thonplatten ist dagegen der Untergrund meist zäher Thon (vor allem bei 61a mit 89 % Feinboden und 72,4 feinsten Theilen); die Wasserbewegung von oben nach unten ist deshalb überhaupt nur schwach, es werden weniger Humussäuren hinunter gewaschen als im Boden mit lockerem Untergrunde, wie der des Trochitenkalkes ist.

Vergleicht man die Ackerkrume und den zugehörigen Untergrund miteinander, so zeigt sich, dass öfter der Untergrund wesentlich mehr Kalk und Magnesia enthält als die Ackerkrume und zwar vor allem bei den schweren Böden 47, 48, 52, 61. Auch andere Untersuchungen bestätigen dies; so enthält nach Wolf der Boden des Gryphitenkalkes in

der Ackerkrume 2,9 % CaO
dem Untergrund 6,7 „ „

(cit. Braungart, Bodenkunde, S. 63).

Diese Erscheinung erklärt sich leicht daraus, dass bei schwerem, geschlossenem Untergrunde die Pflanzen ihren Bedarf an Nährstoffen zum grössten Theil aus dem Bestande der Ackerkrume decken, in welcher sie selbstverständlich auch die grösste Menge ihrer Stoppel- und Wurzelrückstände zurücklassen; durch Oxydation derselben entsteht die Kohlensäure, mit deren Hülfe das Wasser einzig das Carbonat des Calciums in Lösung bringt. Da sich selbstverständlich auch durch die lockere Krume mehr Wasser bewegt als durch den geschlossenen Untergrund, so kann es nicht Wunder nehmen, wenn erstere auch stärker entkalkt wird als letzterer.

Es finden sich nun aber auch Böden, bei denen die Ackerkrume **reicher** an Kalk ist, als der Untergrund. Hierher gehören die Nummern 70, 84, 57, (203), welche meist milde, und mehr tiefgründige Böden repräsentiren.

Dass derartiges Verhalten öfter vorkommt, zeigen z. B. Analysen von Joulie, welche Risler anführt (l. c. Bd. II, S. 208):

		Ackerkrume		Untergrund	
	Nr.	CaO	MgO	CaO	MgO
	1	3,52%	0,30%	1,22%	0,26%
sandiger Boden	3	3,31 „	0,23 „	0,25 „	0,12 „
„ „	4	2,01 „	0,18 „	0,44 „	0,46 „
schwerer „	5	2,82 „	0,26 „	2,69 „	0,35 „
milder „	6	2,82 „	1,84 „	0,71 „	2,52 „

und ähnlich in vielen anderen Fällen, S. 121, 179, 244, 253; desgleichen Untersuchungen von Barral über Böden der Farm Dampierre (Risler, Bd. II, S. 273) etc.

Auch der Gehalt der Ackerkrume an Magnesia ist mitunter grösser als der des Untergrundes; indessen tritt dieser Fall seltener ein als beim Kalk.

Diese eigenthümliche Erscheinung, dass die Ackerkrume reicher an Kalk ist als der Untergrund, ist durchaus keine zufällige, sondern dieselbe ist in den physikalischen Eigenschaften der Böden und den Wasserverhältnissen begründet. Ist die Ackerkrume nur schwach und wasserdurchlassend und ruht dieselbe auf einem Untergrund, der ähnlich beschaffen ist, so wird das nach unten durchsickernde Wasser den Kalk, den es aufgelöst hat, wegführen. Der Boden wird dadurch entkalkt. Dass auf diese Weise aus reinem Kalkstein ein sehr kalkarmer Boden entstehen kann, haben die Untersuchungen Wolf's und anderer Autoren gezeigt; unsere Analysen zeigen dies ebenfalls deutlich vor allem für den Trochitenkalk. Auch die Böden des Stringocephalenkalkes aus der Gegend von Elberfeld können nach unseren Beobachtungen so weit entkalkt werden, dass eine Kalkdüngung darauf von bester Wirkung ist.

Liegt aber ein Boden vor, welcher tiefgründig und mässig durchlassend ist, und dessen Untergrund von ähnlicher Constitution und so beschaffen ist, dass er grössere Mengen Wasser aufspeichern kann, so wird solcher Boden bei Regenfall seine Hohlräume voll Wasser saugen, welches

mit Hülfe der Kohlensäure den vorhandenen Kalk auflöst. Verdunstet dann durch Wirkung der Sonnenwärme und die Transpiration der Pflanzen das Wasser der obersten Bodenschicht, so wird dasselbe aus dem Untergrunde — und mit ihm der gelöste Kalk etc. — nach oben steigen, welcher sich dann in feinstvertheiltem Zustande in der Ackerkrume bei vollständiger Verdunstung des Lösungswassers ablagert.

Die Ackerkrume wird in diesem Falle also auf Kosten des Untergrundes mit Kalk angereichert; wird auf diese Art der Ackerkrume mehr Kalk zugeführt, als die Differenz zwischen der in der Ernte weg- und der im Dünger zugeführten Menge beträgt, so findet eine absolute Bereicherung der Ackerkrume statt; wird weniger zugeführt, als die genannte Differenz beträgt, so wird durch das Aufsteigen des Kalkes nur die Erschöpfung der Ackerkrume verlangsamt.

Im Winter, wenn die niedrige Temperatur die Oxydationsvorgänge im Ackerboden zum grössten Theil unterdrückt und sich nur wenig Kohlensäure bilden kann, wird auch trotz erheblicher Mengen durchsickernden Wassers der Kalkverlust nur ein mässiger sein. Im Sommer dagegen, wenn die hohe Temperatur die Bildung von Kohlensäure befördert, wird auch verhältnissmässig mehr Kalk gelöst und in dem Wasser weggeführt oder aus dem Untergrunde nach oben gehoben, je nach der Beschaffenheit des Untergrundes, der Menge des vorhandenen Wassers und der Grösse der Verdunstung desselben durch Boden und vegetirende Pflanzen.

Die in Tabelle 7 enthaltenen Humus- und Glühverlust-Bestimmungen zeigen, dass der berechnete Humusgehalt fast immer kleiner ist als der Glühverlust. Der Unterschied beider ist öfter sehr bedeutend. Besonders hoch ist der Glühverlust bei Nr. 57, 57a und 61; der Humusgehalt ist am höchsten beim Tuffkalk, bei Nr. 48, Boden des Wellenkalkes und Trochitenkalk.

Der im Humus und in salpetersauren Verbindungen enthaltene Stickstoff ist mitunter in bedeutender Menge vorhanden: 0,28% im Tuffkalk, 0,32 im Trochitenkalkboden Nr. 57, 0,31 im Wellenkalkboden Nr. 47.

Kalkgehalt der Schlämmproduckte.

Tabelle VIII und VIIIa, b.

Um über die Art der Vertheilung des Kalkes im Boden Klarheit zu schaffen, wurden die verschiedenen, mittelst des Schöne'schen Apparates erhaltenen Schlämmproducte einzeln auf ihren Kalk- und Magnesiagehalt untersucht. Die Resultate der Einzelanalysen sind in Tabelle VIII zusammengestellt; Tabelle VIIIa enthält die aus den Einzelbestimmungen gebildeten Mittelwerthe. Unberücksichtigt ist hierbei geblieben Nr. 32, weil dies, wie schon öfter erwähnt, ein Mischboden aus Trochitenkalk und Thonplatten ist; da ferner 7b von den anderen Böden des mittleren Muschelkalkes zu sehr abweicht, so wurde er für sich aufgeführt.

Vergleicht man den Kalkgehalt der derselben Bodenprobe entstammenden Schlämmproducte unter sich, so zeigt sich, dass ausnahmslos der höchste Kalkgehalt in den gröbsten Theilen I bis III sich findet, was sich leicht daraus erklärt, dass dieselben wesentlich aus Kalksteinstückchen, den letzten Resten des ursprünglichen Gesteins, bestehen. Die des Tuffkalk bestehen aus reinem Kalkstein. Wesentlich weniger Kalk enthält Körnungsproduct IV (0,2 bis 0,1 mm Durchmesser) und noch weniger ausnahmslos V (0,1 bis 0,05 mm.) Der Kalk ist hier immer noch in kleinen Körnern, den Resten der ursprünglichen Gesteine, vorhanden.

Die geringste Menge Kalk findet sich in VI (0,05 bis 0,01 mm); eine Ausnahme macht nur der mit Gras bewachsene Abhang Nr. 47, dessen Kalkgehalt durch das von oben herabgeschwemmte Material immer ergänzt wird, und 70, wo das Minimum bei Nr. V liegt, ferner 52a, worüber weiter unten Näheres mitgetheilt wird.

Die feinsten Theile VII erhalten in allen normalen Ackerböden wesentlich mehr Kalk als das nächst gröbere Product VI. Dieses Verhalten der beiden Körnungsproducte gegen einander zeigt deutlich, dass zwischen denselben ein erheblicher Unterschied besteht, und dass es sich desshalb auch lohnt, beide von einander zu trennen, wie solches allein mit dem Schöne'schen Apparat möglich ist.

Was den Ursprung des in den feinsten Theilen enthaltenen Kalkes betrifft, so können wir kaum annehmen,

dass die Reste des ursprünglichen Gesteins hier einen erheblichen Procentsatz ausmachen; es wird sich hier vor allem der Kalk finden, welcher 1. aus den Kalksteinbrocken durch kohlensäurehaltiges Wasser gelöst und nach Verdunstung des Lösungswassers wieder niedergeschlagen ist, oder den der Thon der feinsten Theile aus der Lösung an sich gezogen hat. 2. Der Kalk, der durch die Thätigkeit der Pflanzenwurzeln direkt aus dem Gestein gelöst, oder aus der Bodenlösung aufgenommen und zum Aufbau der Pflanze verwendet wurde, um schliesslich bei Verwesung der Wurzeln, Stoppeln und des Düngers in feinster Vertheilung als Humat wieder ausgeschieden zu werden.

Für die Pflanzenernährung ist dieser in den feinsten Theilen enthaltene Kalk von besonderer Wichtigkeit, weil er sich am leichtesten löst und für die Pflanzenwurzeln aufnehmbar wird.

Von den Proben 38, 7b, 11b und 52 wurden neben der Kalkbestimmung auch solche der Kohlensäure ausgeführt. Dieselben zeigen, dass die in den feinsten Theilen enthaltene Kohlensäure bei weitem nicht ausreicht, um Kalk und Magnesia zu sättigen (vielleicht mit Ausnahme von Nr. 7b); auch im Schlämmproduct VI reicht dieselbe noch nicht aus, während in den gröberen Theilen der Kalk fast ausschliesslich in Form kleiner Körner des Muttergesteins oder verschleppten und verschlämmten Stücken anderer Horizonte vorhanden ist.

Auch die Glühverlustbestimmungen, welche von den Proben 11b und 57a ausgeführt wurden, bestätigen, dass in den feinsten Theilen der bei weitem grösste Theil der eigentlichen Humuskörper vorhanden sein muss.

Schlämmproduct	VII	VI	V	IV	III—I	
Probe Nr. 11b	6,9%	2,6%	8,9%	—%	5,7%	Glühverlust,
„ „ 57a	9,5 „	2,5 „	3,8 „	1,4 „	15,5 „	„

Die verbrennlichen Bestandtheile von I bis IV bestehen fast ausschliesslich, die von V noch zum grösseren Theile aus gröberen Wurzelresten, während die eigentlichen Humuskörper nur in V, VI und VII enthalten sind. Die feinsten Theile enthalten davon am meisten.

Aus den zusammengehörigen Schlämmanalysen und den Kalkbestimmungen in den Schlämmproducten kann man berechnen, wie sich der Gesammtkalkgehalt des Feinbodens auf die einzelnen Körnungsproducte vertheilt. Wir haben daraus Tabelle VIIIb zusammengestellt, woraus hervorgeht, dass von dem Gesammtkalkgehalt des Feinbodens sich 43% bis 66% in den feinsten Theilen befinden. Nur der Tuffkalkboden macht davon eine Ausnahme, welche jedenfalls darin ihren Grund hat, dass der Tuffkalk sich schon bei seiner Bildung als Sand und leicht zerkrümelnde Masse abgelagert hat, so dass von Anfang an sehr viele Kalkkörnchen vorhanden sind, die sich durch Verwitterung etc. nach und nach verkleinern.

Im Schlämmproduct VI ist sehr viel weniger Kalk enthalten als in VII: 11% bis 20% (18% im Tuffkalk); noch weniger in V: 4% bis 13%, und am wenigsten in IV: ca. 2% bis 10%.

Die gröberen Theile I bis III enthalten wieder grössere Mengen, und zwar 4% bis 28% des Gesammtkalkgehaltes, der Tuffkalk dagegen 36%.

Von anderen Untersuchungen über die Vertheilung des Kalkes in den einzelnen Schlämmproducten sind uns nur folgende Bestimmungen von Laufer bekannt geworden (Die Werder'schen Weinberge. Abhandlung zur geologischen Specialkarte von Preussen, 1883, Bd. 5.) Der Boden des unteren Diluvialmergels enthielt Calciumcarbonat (aus der bestimmten Kohlensäure berechnet!)

über 2 mm	2/1 mm	1/0,5 mm	0,5/0,2 mm	0,2/0,1 mm	0,1/0,05 mm
34,8%	7,9%	6,0%	5,7%	8,9%	8,6%

über 0,05/0,02 mm	0,02/0,01 mm	feinste Theile
8,6%	4,2%	45,2%

in Procenten des Gesammtkalkgehaltes. Trotzdem bloss die Kohlensäure bestimmt ist, und die Bestimmung des in jeder Probe vorhandenen Kalkgehaltes fehlt, zeigt sich auch hier, dass die feinsten Theile fast die Hälfte des Calciumcarbonates, welches im Boden überhaupt vorhanden ist, enthalten.

Aehnliche Resultate lieferten auch die Untersuchungen des Bodens vom unteren Diluvialmergel und Thonmergel. Laufer l. c., S. 63 und 65.

Bestimmung der Absorptionscoëfficienten.

Für Bestimmung der Stickstoffabsorption wurde eine Chlorammoniumlösung mit 5,35 gr lufttrockenen NH_4Cl im Liter (ca. $^1/_{40}$ Atom) verwendet. Die viermal wiederholte Bestimmung mit dem Azotometer ergab im Liter 1,250 gr Stickstoff, eine doppelte gewichtsanalytische 1,245 gr N. im Liter. Fesca verwendete für seine Versuche eine Lösung mit 1,40 gr N. pr. lit., Knop dagegen 4,8 gr Chlorammonium = 1,256 gr N. im Liter. Unsere Lösung entspricht also der von Knop. Es wurde stets 50 gr der durch das 0,5 mm Sieb gefallenen Feinerde mit 100 cbm Lösung in gut verschlossenem Glas unter öfteren Umschütteln 24 Stunden in Berührung gelassen, dann eine entsprechende Menge der Lösung abfiltrirt, und 10 cbcm davon im Knop-Wagnerschen Azotometer mit Bromlauge zersetzt und die abgelesenen Kubikcentimeter in Milligramm nach der Dietrichschen Tabelle mit Berücksichtigung des absorbirten Stickstoff umgerechnet. Die so erhaltenen Resultate wurden dann auf 100 gr Boden und 100 cbcm umgerechnet. Die Zahlen der Tabelle IX geben also Milligramm Stickstoff, die von 100 gr Feinboden aus 100 cbcm Lösung absorbirt wurden.

Eine zweite Reihe der Stickstoffabsorptionsversuche wurde mit einer Lösung von Ammoniumphosphat von 0,315 gr N. im Liter ausgeführt. Die Resultate dieser Reihe sind daher mit denen der ersten nicht vergleichbar. Da aber geringe Abweichungen in der Concentration der Lösungen auf die Resultate keinen Einfluss haben, so können die der ersten Reihe mit Chlorammonium mit den ebenfalls auf Gewicht berechneten von Fesca direkt verglichen werden. Um diese Angaben in die Knop'sche Bezeichnung nach Volumen umrechnen zu können dient folgende Tabelle von Fesca. Es entsprechen:

cbcm Knop	20,	30,	40,	50,	60,	70,	80,	90,	100,	105,	135
milligr. Fesca	25,	38,	50,2	63,	75,	87,	100,	113,	126,	132,	169

Knop bezeichnet ferner Absorption
von 0—5 cbcm als ungenügend
„ 5—10 „ „ genügend,

während die von 10 zu 10 höheren Grade den entsprechend höheren Werth des Bodens zum Ausdruck bringen sollen.

Zur Bestimmung der Phosphorsäure-Absorption wurde zuerst eine Lösung von Natriumphosphat, welche im Liter 1,303 gr P_2O_5 enthielt, benutzt (für Nr. 11b, 71, 70, 32, 47), später eine solche Lösung mit einer Concentration von 1,380 gr im Liter. Es wurden stets 50 gr der durch das 0,5 mm Sieb gefallenen Feinerde mit 100 cbcm Lösung 24 Stunden unter öfterem Umschütteln in Berührung gelassen; dann wurde so viel als möglich abfiltrirt und in Phosphorsäure der Lösung durch die Molybdän-Methode bestimmt.

Eine zweite Reihe Versuche wurde mit einer Lösung von Ammoniumphosphat, die im Liter 1,322 gr P_2O_5 enthielt, angestellt. Da es mitunter bei der ersten Reihe schwierig war, 50 cbcm Filtrat zu erhalten, so wurden jetzt 50 gr Feinerde mit 150 cbcm Lösung in Berührung gebracht, und nach 24 Stunden 50 cbcm Lösung abfiltrirt und darin die Phosphorsäure bestimmt.

Die Resultate dieser Versuchsreihe sind wegen der grösseren verwendeten Flüssigkeitsmenge mit denen der ersten Reihe nicht direkt vergleichbar, weil nach den Versuchen von Henneberg, Stohmann, Peters und Fesca eine Bodenquantität aus der grösseren Menge dargebotenen Stoffes auch mehr absorbiren müsste. Die Zahlen der Tabelle zeigen aber, dass aus der Ammoniumphosphatlösung stets weniger absorbirt ist als aus der des Natriumphosphates. Es ist hierbei zu bedenken, dass die Lösungen beider Salze sehr verschieden auf die Böden einwirken: von der Natriumphosphatlösung wird die Phosphorsäure absorbirt, während die freiwerdende Basis sich mit einer im Boden vorhandenen Säure verbinden wird (die braune Farbe der Lösung deutet auf Humussäure); von der Ammoniumphosphatlösung wird sowohl Basis als Säure absorbirt. Aus diesem verschiedenen Verhalten beider Salze wird die Verschiedenheit der Phosphorsäureabsorption erklärt werden müssen.

Die Zahlen der Tabelle IX geben Milligramm Phosphorsäureanhydrit, die von 100 gr Boden (Feinerde) absorbirt

wurden. Wie aus der Tabelle ersichtlich ist, kommt eine Stickstoffabsorption unter 20 bei den Böden des Muschelkalkes nicht vor; der Tuffkalk hat dagegen nur 17, die geringste aller untersuchten Böden.

Die Originalböden des Wellenkalk 47 und 48 haben die Coëfficienten 36 und 48 (nach Knop ca. 30 und 40) welche sandigen Thonböden eigen sind, wie z. B. Fesca angiebt, ferner giebt Jentsch für lehmigen Boden = 46 (Erläuterung zum Blatt Rehhof der geologischen Karte von Preussen).

Eigentliche Thonböden haben 80—100. Der Schwemmboden des Wellenkalk dagegen, den wir nach seiner Schlämmanalyse als sandigen Thonboden bezeichnet haben, hat einen ähnlichen Coëfficienten: 36 (30 nach Knop).

Die Böden des Mittleren Muschelkalkes haben ebenfalls niedrige Coëfficienten 21—56 (20—45 nach Knop). Wie solche theils den eigentlichen Sandböden und sandigen Lehmböden entsprechen. So giebt Jentsch l. c. für einen lehmigen Ackerboden des Diluvialmergels 46, für einen sandigen Waldboden 27; Knop für Rheinlöss 23.

Die Böden des Trochitenkalks haben Absorptionscoëfficienten zwischen 95 und 131 (70—100 Knop); die der Thonplatten schwanken zwischen 40 und 100 (30 und 80 Knop).

Die Resultate der Versuchsreihe mit Ammoniumphosphat laufen theilweise mit denen der Chlorammoniumreihe parallel, theilweise weichen dieselben auch erheblich ab, z. B. Nr. 61 (das Resultat bei 11b = 14,8 ist vielleicht mit einem Fehler behaftet; das der Chlorammonium-Reihe ist sicher richtig, denn diese Bestimmungen sind sämmtlich wenigstens doppelt ausgeführt).

Da die Ammoniakabsorption zum guten Theil durch die löslichen Silikate des Bodens bewirkt werden soll, so ist es von Interesse, den Gehalt der Böden an löslicher Kieselsäure mit der Grösse der Absorptionscoëfficienten für Stickstoff zu vergleichen:

	Wellenkalk		Mittl. M.		Trochitenk.	Thonplatten		Tuffkalk
Nr.	38	49	7b	84	11b	32	52	—
Sa. lösliche SiO_2	9,5%	11,9%	7,7%	12,2%	17,9%	12,2%	16,06%	0,28%*)
Absorbt. für N.	36**)	36	21	44	95	100	65	17
Ordnungs-Nr. nach Absorpt.	4	3	2	5	7	8	6	1
Ordnungs-Nr. nach Gehalt SiO_2	3	4	2	5	8	6	7	1*)

Die Zusammenstellung zeigt, dass zwischen dem Gehalt an löslicher Kieselsäure und dem Absorptionscoëfficienten eine gewisse Abhängigkeit besteht, wenn letzterer auch nicht ersterem proportional ist.

Auffallend ist noch der Widerspruch beim Wellenkalkboden, den wir nach seiner Schlämmanalyse für einen echten Thonboden erklären mussten, der aber lange nicht die hohe Absorptionsfähigkeit dieser Böden, wie sie z. B. auch die Thonplatten besitzen, zeigt. Es bestätigt dies, was wir schon früher hervorhoben, dass der Wellenkalk einen sehr rohen Boden liefert.

Die Coëfficienten für Phosphorsäureabsorption sind durchgängig sehr hoch, was von dem hohen Kalk- und Magnesiagehalt der Feinerde abhängt; so hat der rohe Mergel von Deppoldhausen Nr. 68 einen Coëfficienten = 220, der nur noch von dem Untergrund 84a und dem Boden 57 übertroffen wird.

Aus der Ammoniumphosphatlösung ist auch hier wesentlich weniger absorbirt als aus der des Natriumphosphates, beide Reihen laufen auch nicht ganz parallel.

Die beiden letzten Reihen der Tabelle enthalten die Ordnungsnummern der Böden nach ihrem Absorptionsvermögen; die mit dem geringsten Coëfficienten haben dabei Nr. 1 erhalten. Die Zusammenstellung zeigt, dass das Absorptionsvermögen eines Bodens für jeden der beiden Stoffe ein besonderes ist und es ist daher auch wünschenswerth, dass bei der Bodenuntersuchung beide gesondert bestimmt

*) Es fehlt hier die Bestimmung der $NaCO_3$ löslichen Kieselsäure.

**) Der Absorptiocoëfficient 36 gehört zu einer anderen Probe von Wellenkalkboden (Nr. 47).

werden; es scheint am zweckmässigsten, dass für Bestimmung des Absorptionscoëfficienten für Säure und Basis dieselbe Lösung von Ammoniumphosphat benutzt wird, weil hier Säure sowohl als Basis vom Boden absorbirt werden, und man beide in derselben abfiltrirten Lösung bestimmen kann.

Volumengewicht und Wassercapacität.

Tabelle X.

Es wurde zum Schluss noch der Versuch gemacht Volumengewicht der Böden und Wassercapacität zu bestimmen.

Zu dem Zwecke wurden 25 gr durch das 2 mm-Sieb gefallener, lufttrockner Boden in 50 gr Wasser aufgeweicht und dann in eine calibrirte Glasröhre gespült, welche unten mit einem durchbohrten und mit Leinwand bedeckten Pfropfen geschlossen war und oben mit Baumwolle verstopft wurde. Wenn durch die Oeffnung des Pfropfens kein Wasser mehr abtropfte, wurde das Volumen, welches der eingeschlämmte Boden in der Glasröhre ausfüllte, abgelesen, und der Wassergehalt durch Wiegen bestimmt. Hieraus kann dann sowohl das Volumengewicht als auch die Wassercapacität nach Gewicht und Volumen berechnet werden.

Der Zustand der Dichtigkeit, den die verschiedenen Böden beim Einschlämmen annehmen, ist ein sehr verschiedener, und oft den natürlichen Verhältnissen nicht entsprechend. Bei den leichten Böden von Trochitenkalk und Tuffkalk sickert das Wasser schnell hindurch, und der Boden lagert sich fest zusammen; bei den schweren Böden dagegen dauert es wochenlang, bis das überschüssige Wasser abgetropft ist, und der Boden befindet sich dann in einem breiartigen Zustande, der sich in der Natur nur sehr selten einstellt.

Dieses Verfahren wird daher bei durchlassenden Böden ganz annehmbare Resultate liefern, auf die bei schweren Böden ermittelten Werthe legen wir aber nur wenig Werth und führen dieselben eigentlich nur der Vollständigkeit wegen an. (Tabelle X.)

Lässt man dann den Boden im Rohr langsam austrocknen, so verkürzt sich der Cylinder, den er im Innern der Glasröhre bildet, mit dem Fortschreiten des Austrocknens; während sich das Volumen verkleinert, vergrössert sich das Volumengewicht. Bei den durchlassenden Böden kann man es dann durch wiederholtes gelindes Aufstossen des Rohres erreichen, dass die Bodensäule in ihrer ganzen Länge zusammenhängt und dabei auch dicht an den Wänden des Glasrohres anliegt; man kann hier also die beim Eintrocknen stattfindende Volumenverminderung ziemlich genau feststellen (am besten bei Tuffkalk und Trochitenkalk). Bei den schweren Böden ist dies aber weniger gut möglich, denn beim Trocknen derselben zerreisst der Erdcylinder in einzelne Stücke, die sich der Länge nach zusammenziehen und auch ihren Durchmesser verkleinern, so dass dann das Volumen, welches der Boden einnimmt, nicht mehr sicher oder gar nicht bestimmt werden kann. Bei dem Boden der Thonplatten gelang es noch einigermassen, durch sehr langsames Trocknen und häufiges Aufstossen den Zusammenhang des Bodencylinders immer wieder herzustellen; bei den Böden des mittleren Muschelkalkes aber war alle Mühe vergebens. Dieselben bildeten beim Einschlämmen einen dünnen Brei, und nach dem Austrocknen ein Haufwerk steinharter Brocken ohne allen Zusammenhalt unter sich. Dieses extreme Verhalten hängt vielleicht mit dem erheblichen Gehalt des Bodens an Magnesiumcarbonat zusammen, für welches Schübler die wasserfassende Kraft zu 256 Gewichtsprocente und das Schwinden des Volumens beim Austrocknen von 100 auf 84,6 festgestellt hat. Bei dem Boden Nr. 7 mit über 11% $MgCO_3$ ist dieser Einfluss sehr wahrscheinlich vorhanden, bei den andren Böden, die davon aber nur 2 % enthalten, kann derselbe aber nicht mehr erheblich sein.

Es fanden sich folg. Zahlen für das Volumengewicht des Bodens im nassen und trocknen Zustande.

	Wellenk.	Schwemmboden d. Wellenk.	Trochitk.	Thonpl.	Mischboden von Trochitk. und Thonpl.	Tuffk.
Volumengewicht nass	0,81	0,92	0,88	0,94	0,94	0,93
„ trocken . . .	1,07	1,19	1,02	1,16	1,09	1,00
„ nass	100	100	100	100	100	100
„ trocken . . .	75,7	77,3	86,2	81,1	86,2	93,0
Ordn. nach d. Volumenverminder.	1	2	5	3	4	6
„ n. d. Gehalt an feinst. Theil.	1	3	5	4	2	6
„ nach dem Humusgehalt . .	6	2	3	4	1	5

Die Volumenverminderung schwankt zwischen 7 % und 24 %; bei den Böden des Mittleren Muschelkalkes war sie augenscheinlich noch wesentlich grösser (30—40 %); im allgemeinen scheint dieselbe um so grösser zu sein, je reicher ein Boden an feinsten Theilen ist, wie die obige Zusammenstellung der Ordnungsnummern nach Volumenverminderung und Gehalt an feinsten Theilen für die von uns untersuchten Böden klarstellt.

Haberland nimmt an, dass vor allem der Humus Einfluss auf die Volumenverminderung ausübt. (Allg. Pflanzenbau, S. 399.) Wir stellen deshalb die Böden von Haberland mit unsren, welche dieselbe Volumenverminderung ergeben haben, zusammen.

Haberland	Volumenverhältn.	Humusgehalt
1. magerer Haferboden	93,5 %	2,9 %
2. Tuffkalkb.	93,0 %	5,1 %
3. Lössboden	88,0 %	3,6 %
4. Trochitenkalkb.	86 %	3,2 %
5. Reicher Weizenb. a. Mähren	81	5,5
6. Thonplattenb.	81	4,2
7. Kalkreicher Bod. a. Ungarn	78	10,4
8. Wellenkalk-Schwemmboden	77	4,0

Es zeigt sich hier, dass Böden mit sehr verschiedenem Humusgehalt gleiche Volumenverminderung zeigen, wie Nr. 1 und 2, 7 und 8, 5 und 6. Die in die Tabelle auf voriger Seite aufgenommenen Ordnungszahlen der Böden nach dem Gehalt an feinsten Theilen zeigen mit denen der Volumenverminderung befriedigende Übereinstimmung, während dieses bei denen des Humusgehaltes viel weniger der Fall ist. Auf der andren Seite ist aber auch nicht ausgeschlossen, dass Böden mit gleicher Menge an feinsten Theilen — entgegen unserer oben ausgesprochenen Ansicht — sehr verschieden grosse Volumenverminderung zeigen können (z. B. mittlerer Muschelkalk- und Wellenkalkboden). Derartige Fälle werden aber seltener vorkommende Ausnahmen sein, und wir empfehlen deshalb, in Zukunft diesen Punkt etwas mehr zu berücksichtigen als bisher, da es möglich ist, dass durch die sehr einfache Bestimmung der Volumenverminderung (des Schwind-

maasses) eine werthvolle Ergänzung der mechanischen Bodenanalyse gewonnen werden kann.

In der obigen Zusammenstellung der Böden Haberlands mit den unsrigen zeigt sich eine sehr befriedigende Uebereinstimmung der Benennung von Haberland mit der aus den Schlämmanalysen für unsere Böden abgeleiteten Benennung, z. B. bei Tuffkalkboden, den wir als humosen Sand bezeichneten, Trochitenkalkboden, der als Lössboden ähnlich, Thonplatten, die als schwere oder mittlere Thonböden und Wellenkalkschwemmboden, der als kalkreicher, sandiger Thonboden bezeichnet wurde. Diese annähernde Uebereinstimmung der Benennungen der Böden bestärkt uns in der Ansicht, dass die gleichzeitige Uebereinstimmung der Schwindmaasse keine zufällige, sondern durch die Konstitution der Böden bedingte ist.

Wasserbestimmungen.

Um das Verhalten des Bodens gegen das Wasser genauer zu studiren, wurden im Laufe des Sommers 1888, welcher sehr trocken war, und im Januar 1889 eine Anzahl Wasserbestimmungen ausgeführt. Als Normalboden wurde zugleich der tiefgründige milde Lehm einer Parzelle des Versuchsfeldes, die mit Hafer bestanden war und sich in ausgezeichnetem Kraftzustande befand, mit beobachtet.

Die Proben wurden an den in der graphischen Tabelle auf der Abscissenachse notirten Tagen mit einem Heinrichschen Bohrer von 1 qcm Querschnitt für die Ackerkrume in 0 bis 20 cm Tiefe und für den Untergrund aus 20 bis 35 cm Tiefe entnommen, sofort in ein mit Glasstopfen versehenes, tarirtes Standglas gebracht und bald darauf im Laboratorium gewogen. Es wurden Proben folgender Böden entnommen:

Versuchsfeld des landwirthschaftl. Instituts in 150 m Meereshöhe, mit Hafer bestanden.

Wellenkalk.

202. Abhang des Fassberges mit Luzerne bestanden, 210 m Meereshöhe.

38. (Analyse) Butterberg über dem Steinbruch mit Hafer sehr schwach bestanden, 195 m Meereshöhe.

Mittlerer Muschelkalk.

53. Deppoldhausen östlich der Chaussee mit kräftigem Hafer bestanden, 340 m Meereshöhe.
208. Ebenda westlich der Chaussee mit schwachem Weizen bestanden.

Trochitenkalk.

203. Deppoldhausen nördlich des Dreieckspunktes am Wald tiefgründiger Boden mit Erbsen u. Bohnengemenge bestanden, 335 m Meereshöhe.
207. Ebenfalls tiefgründiger zusammengeschwemmter Boden in Deppoldhausen.
209. Deppoldhausen, Höhe am Dreieckspunkt mit mässigem Weizen bestanden, 337 m Meereshöhe.

Thonplatten.

32. (Analyse) von Deppoldhausen. Ackerkrume mit Trochitenkalkboden gemischt, Untergrund reiner Thonplattenboden, 325 m Meereshöhe.
52. (Analyse) Hainberg, am Weg nach Herberhausen, mit Weizen bestanden, 300 m Meereshöhe.

Die gefallenen Regenmengen wurden an dem im Garten des landwirthschaftl. Instituts aufgestellten Regenmesser beobachtet. Wie aus den angegebenen Meereshöhen hervorgeht, liegen die Punkte, an denen die Bodenproben entnommen wurden, bis zu 185 m höher als der Regenmesser, und die weitesten sind die der Luftlinie ca. 5000 m davon entfernt; deshalb kann aus den am Regenmesser abgelesenen Regenhöhen nicht direct auf die an den beobachteten Flächen gefallenen Wassermengen geschlossen werden. Indessen wird dieser Unterschied wohl nicht so erheblich sein, dass er die Resultate, bei denen selbstverständlich auf geringe Abweichungen gar kein Gewicht zu legen ist, erheblich beeinflusst hat.

Die Ergebnisse der Beobachtungen sind auf der Tabelle XI, die Mittelwerthe auf der graphischen Tabelle **XIa**, zusammengestellt.

Auf der horizontalen Abscisse sind die Tage vom 10. Juni an aufgetragen, 1 Tag = 3 mm; als Ordinaten wurden dann die seit dem 1. Juni gefallenen, summirten Regenhöhen in $^9/_{10}$ der natürlichen Grösse (0,9 mm = 1 mm Regenhöhe) aufgetragen und dadurch die unterste Kurve erhalten.

Aus den Resultaten der Wasserbestimmungen der verschiedenen Böden einer jeden Abtheilung der Formation wurde das Mittel genommen und dieses als Ordinate der durch das Datum der Probenahme bestimmten Abscisse aufgetragen, so dass 9 mm Höhe 1 gr Wassergehalt in 100 gr absolut trocknem Boden entsprechen (1 Gewichtsprocent = 9 mm Höhe).

Die sich auf dieselbe Abtheilung beziehenden Punkte wurden durch gerade Linien verbunden.

Bei Beginn des Versuchs war durch monatelange Dürre der Wassergehalt so weit heruntergedrückt, dass die Vegetation in allen Lagen auf das äusserste gefährdet war. Auf dem Wellenkalk war der höchst spärlich stehende Hafer von 30 cm Höhe bereits Anfang Juli fast reif, d. h. vertrocknet; die Luzerne und das Gras waren auf diesem Boden oberflächlich vollständig vertrocknet, doch erholte sich erstere schnell wieder nach eingetretenem Regen. Auf dem Trochitenkalk auf der Höhe stand der Weizen zwar besser als der Hafer des Wellenkalkes, aber immer noch recht schwach; besser standen noch Weizen und Gemenge auf den tiefgründigen zusammengeschwemmten Boden des Trochitenkalkes. Dagegen stand der Hafer auf dem mittleren Muschelkalk befriedigend und lieferte auch eine gute Ernte ähnlich wie die Weizenfelder auf diesen Böden. Der Weizen auf den Thonplatten stand ebenfalls befriedigend und lieferte auch eine dementsprechende Ernte.

Die Wasserbestimmung vom 30. Juni brachte das Resultat, dass der durchschnittliche Wassergehalt der Krume von 0 bis 20 cm Tiefe in Gewichtsprocenten betrug im Mittel:

	Wellenk.	mittl. M.	Schwemmb. d. Trochitk.	Thonpl.	Versuchsf.
Ackerkrume	8,5%	13,6	10,6	17,0	8,5%
Untergrund	—	14,2	—	—	9,4%

Es geht hieraus deutlich hervor, wie verschieden die Pflanzen in Bezug auf Befriedigung ihres Wasserbedürfnisses gestellt waren. Am wenigsten Wasser enthält der flachgründige Wellenkalkboden, etwas mehr die tiefgründigen Schwemmböden des Trochitenkalkes; von dem flachgründigen Boden dieses Horizontes ist leider keine Probe genommen, doch würde voraussichtlich das Resultat von

dem, welches der Wellenkalkboden lieferte, wenig verschieden gewesen sein. Wesentlich mehr Wasser enthält der Mittlere Muschelkalk, dessen tiefer Untergrund mit 14% Wassergehalt den Pflanzen noch einen bedeutenden Vorrath zur Verfügung stellte.

Am feuchtesten ist der Boden der Thonplatten. Der milde Lehmboden des Versuchsfeldes ist ebenfalls bis zu dem Grade erschöpft wie der Wellenkalk; hier zeigt es sich aber deutlich, wie viel besser die Pflanze auf einem tiefgründigen und tiefkultivirten Boden der Dürre widersteht, als auf einem flachgründigen. Der Untergrund 20—30 cm enthielt noch 9,4 % Wasser und der Hafer entwickelte sich nach eingetretenem Regen kräftig, während der auf dem Wellenkalk bald gemäht werden musste, weil er vertrocknet war.

Die Fähigkeit des Bodens aus den Zeiten des Ueberflusses mehr oder weniger grosse Wassermengen in die des Mangels hinüberzuretten, ist für die Praxis des Landbaues von äusserster Wichtigkeit, denn von allen Pflanzennährstoffen ist das Wasser der wichtigste, weil in den bei weiten meisten Fällen der Mensch nicht vermag die vorhandene Menge desselben zu vermehren, was ihm bei den anderen Nährstoffen leicht und mit Sicherheit gelingt.

Von den Bestandtheilen des Bodens sind es vor allem die feinsten Theile (welche auch den Humus enthalten), die den grössten Theil des Wassers binden; je mehr von diesen in der Gewichts- oder Volumeneinheit des Bodens enthalten sind, um so mehr Wasser wird auch in dieser Einheit für die Pflanze verfügbar sein. Berechnet man daher den durchschnittlichen Gehalt an feinsten Theilen nach Tabelle IVa auf den Gesammtboden, und vergleicht damit den Wassergehalt des Bodens am Ende dieser aussergewöhnlichen Trockenperiode, so erhält man folgende Uebersicht:

	Boden von:			
	Wellenk.	Trochitk.	Mittl. M.	Thonpl.
durchschnittlicher Gehalt an feinsten Theilen auf Gesammtboden berechnet	27 %	33 %	43 %	53 %
Wassergehalt am 30 Juni	8,5 „	10,9 „	13,6 „	17 „

Der Wassergehalt ist hier dem Gehalt an feinsten Theilen (auf Gesammtboden berechnet) fast genau pro

portional. Die Zahlen der zweiten Reihe sind fast genau ein Drittel von denen der ersten.

Hellriegel giebt an, dass die Pflanzen anfingen zu welken, wenn der Feuchtigkeitsgehalt der Erde betrug 2,5 % bei sandigem Boden, während Risler für schwere Böden 10 % angiebt (Ronna: Les irrigations, Paris 1888). Für den Wellenkalk war in unsrem Falle bei 7,7 und 9,4 % den Pflanzen bereits schwerer Schaden zugefügt; auch die auf Trochitenkalkboden stockenden Pflanzen hatten sicher bei 9 % stark gelitten, so dass sich hier die Angaben von Heinrich als richtig zu bewähren scheinen, wonach die Pflanzen zu welken anfangen, wenn der Boden noch enthält:

7,8 % Wasser bei sandigem Lehm und
9,8 „ „ „ Kalkboden.

Die Anfangs Juli einsetzende Regenperiode hat den Wassergehalt aller Böden wesentlich erhöht; die Untersuchungen vom 17. Juli zeigen dies deutlich.

Der Wassergehalt beträgt jetzt durchschnittlich in Gewichtsprocenten:

	Wellenk.	Mittl. M.	Trochitk.	Thonpl.	Versuchsfeld
Krume	17,5	22,2(?)	25,5	24,8	19,3
Untergr.	—	19,3	24,7	—	13,6
Zunahme A.	9,0	8,6	14,6	7,8	10,8
U.	—	5,1	—	—	4,2

Den geringsten Wassergehalt zeigt noch der Wellenkalk, auf ihn folgt das Versuchsfeld, dann Mittl. Muschelkalk, Trochitenkalk, Thonplatten. Die Zunahme ist nicht dieselbe für alle Böden; die leichteren Böden haben die grösste Zunahme (Versuchsfeld und Trochitenkalk), bei den schwersten Böden ist dieselbe am kleinsten. Der Untergrund enthält jetzt weniger Wasser als die Ackerkrume, während bei der ersten Probenahme das Gegentheil der Fall war.

In der Zeit vom 17. bis 23. Juli kann der geringe Regenfall das erhebliche Wasserbedürfniss der lebhaft fortschreitenden Vegetation und die durch hohe Temperatur bedeutende Bodenverdunstung nicht decken, es müssen vielmehr erhebliche Wassermengen aus dem im Boden auf-

gesammelten Vorrathe entnommen werden, so dass trotz des gefallenen Regens der Feuchtigkeitsgehalt des Bodens in Krume und Untergrund sinkt.

Der Wassergehalt beträgt durchschnittlich am 23. Juli:

	Wellenk.	Mittl. M.	Trochitk.	Thonpl.	Versuchsfeld
A.	13,5	22,8	22,7	21,8	17,3
U.	—	19,9	22,4	—	8,4
A.	— 4,0 %	?	— 2,8	— 3,0	— 2,0
U.		+ 0,6	— 2,3		— 4,8

Nur der Untergrund des Mittl. Muschelkalkes zeigt eine Zunahme, was, sofern man auf die geringe Differenz überhaupt Gewicht legt, durch Hinabsinken des Wassers in den Untergrund oder Anziehung desselben durch die Kapillarkraft erklärt werden kann.

Vom 23. bis 29. Juli ist eine Periode mit 26,5 mm Regenfall; der Wassergehalt beträgt jetzt im Mittel:

	Wellenk.	M. Musch.	Trochitk.	Thonpl.	Versuchsfeld
Ackerk.	20,1	24,4	26,7	25,5	26,5
Unterg.	—	24,9	22,6	23,2	15,9
A.	+ 6,6	+ 1,6 %?	+ 4,0	+ 3,7	+ 9,2
U.	—	+ 5,0	+ 0,2	—	+ 7,5

Alle Böden haben ihren Wassergehalt wesentlich erhöht, ebenso hat der des Untergrundes erheblich zugenommen. Die schwersten Böden haben auch hier wieder die geringste Zunahme zu verzeichnen. Vielleicht war der Regen so heftig, dass auf den schweren Böden ein erheblicher Theil des Wassers abfloss, während die leichten (Wellenkalk) und horizontalliegenden (Versuchsfeld) im Stande waren, das Wasser zum grössten Theil zu verschlucken.

Vom 29. Juli bis 9. August folgt wiederum eine trockne Periode mit nur 3,5 mm Regenhöhe. Die noch in lebhafter Vegetation befindlichen Pflanzen verdunsten bedeutende Mengen Wasser und die hohe Temperatur verursacht starke Bodenverdunstung.

Der durchschnittliche Wassergehalt beträgt jetzt:

	Wellenk.	M. Musch.	Trochitk.	Thonpl.	Versuchsfeld
A.	13,3	16,6	17,1	22,5	17,9
U.	—	18,8	16,0	29,0	14,2
A.	— 6,8	— 7,8	— 9,6	— 3,0	— 8,6
U.		— 6,1	— 6,6	— 6,2	— 1,7

Ackerkrume und Untergrund haben erheblich an Feuchtigkeit verloren; am wenigsten noch die Thonplatten, am meisten der Trochitenkalkboden, der sich seiner dunklen Farbe wegen sehr stark erwärmt. Von den Wellenkalkböden ist Nr. 2 jetzt wieder mit kräftiger Luzerne bestanden, während der Hafer von Nr. 3 bereits geerntet ist. Demgemäss zeigt Nr. 2 einen erheblich grösseren Wasserverlust als 38. Aehnlich liegen die Verhältnisse bei den beiden Proben des mittleren Muschelkalkes. Nr. 6 trägt Hafer von üppigem Stande in voller Vegetation, während der Weizen von Nr. 8, der überhaupt schwach steht, zur Ernte reif ist und kein Wasser mehr zu seiner Entwicklung braucht. Von den Böden der Thonplatten ist 32a vor einigen Tagen frisch gepflügt, und die den Sonnenstrahlen ausgesetzten Schollen haben erhebliche Wassermengen verdunstet. Den grössten Wasserverlust hat der Trochitenkalk erlitten; das Gemenge von Nr. 3 ist geerntet, der dünnstehende Weizen auf 7 und 11b lässt die brennenden Sonnenstrahlen fast ungehindert auf den dunkelbraunen Boden fallen, der sich unter ihrer Einwirkung sehr stark erwärmt und in Folge dessen grosse Wassermassen verdunstet.

Die hellgraue Farbe der Thonplatten Nr. 52 strahlt dagegen die Hitze besser zurück und die Erwärmung und Wasserverdunstung ist daher hier wesentlich geringer als z. B. bei Boden Nr. 7, der sich unter sonst annähernd gleichen Verhältnissen befindet.

Der auf dem Versuchsfelde üppig, ähnlich wie auf Nr. 6 stehende Hafer hat hier wie dort grosse Wassermassen verdunstet und ebenso den Wassergehalt des Bodens herabgesetzt.

Um auch das Maximum an Wasser zu bestimmen, das ein Boden in seiner natürlichen Lagerung aufzunehmen und

festzuhalten vermag, wurden am 25. Januar 1890 wiederum Proben genommen. Der Boden war schon seit längerer Zeit aufgethaut, es hatte mehrere Tage sehr stark geregnet (seit 10. December 60 mm), und am 24. mit regnen aufgehört, so dass am 25. angenommen werden konnte, dass das überschüssige Wasser in den Untergrund hätte versunken sein können (Heinrich, Bonitirung der Ackererde). Es zeigte sich aber, dass die schweren Böden an der Oberfläche noch recht schlammig aufgeweicht waren.

Es ergaben sich folgende Wassergehalte:

Wellenk.	Mittl. M.	Trochitk.	Mischboden	Thonpl.	Versuchsfeld
24,1 %	31,1 %	26,8 %	32,2 %	35,3 %	26,8 %

Der Wellenkalk hatte die geringste Wassermenge festgehalten, ihm folgt der Boden des Versuchsfeldes, dann der des Trochitenkalkes, des Mittleren Muschelkalkes und zuletzt der der Thonplatten.

Neben den Proben, welche an den bereits für die früheren Bestimmungen benutzten Punkten entnommen wurden, wurden an diesem Tage noch extra Proben entnommen an solchen Punkten, an denen augenscheinlich grössere Wassermengen zusammengeflossen waren, so dass wir sicher zu sein glauben, dass dem Boden erheblich mehr Wasser zugeführt worden ist, als derselbe aufnehmen konnte, und die angegebenen Zahlen wirklich das Maximum an Wasser bezeichnen, welches der Boden in seiner natürlichen Lagerung noch festhalten kann, und welches Heinrich durch künstliche Zuführung von vielem Wasser bestimmt.

Da sämmtliche Proben, die für die Wasserbestimmungen nöthig waren, mit dem Heinrich'schen Bohrer von 1 qcm Querschnitt stets auf ganz bestimmte Tiefe entnommen wurden, so hatten wir geglaubt, hieraus auch das Volumengewicht des Bodens berechnen zu können. Die auf diese Weise gefundenen Zahlen weichen aber sehr von einander ab; eines Theils in Folge von Hohlräumen, die der Bohrer durchsinkt, und welche man bei der Berechnung als mit Boden erfüllt annehmen muss, anderentheils legen sich Steine, Wurzeln etc. vor die Oeffnung des Bohrers und verstopfen dieselben ganz oder theilweise. Die Zahlen,

die man durch dies Verfahren erhält, weichen daher so von einander ab, dass sie die Verhältnisse auch nicht annähernd richtig darstellen können. Es bliebe deshalb nur übrig, genau nach den von Heinrich vorgeschlagenen Verfahren zu arbeiten, wozu uns aber Zeit und Gelegenheit gefehlt hat.

In Tabelle 10 sind die anscheinend zuverlässigsten Werthe angegeben, sowie die nach Heinrich berechnete Wasserdichte.

Die Bodenbildung in der Muschelkalkformation.

Bei unseren Untersuchungen der Gesteine haben wir stets möglichst typische und unzersetzte Stücke ausgewählt; von dem Boden haben wir selbstverständlich auch nur die Zusammensetzung, welche er jetzt hat, feststellen können. Von dem Process der Bodenbildung haben wir also bloss das Anfangs- und das Endproduct genau zu bestimmen gesucht, alle Zwischenstufen von der unendlichen Reihe von dem intacten Gestein bis zum fertigen Boden fehlen gänzlich und infolgedessen kann auch der Process der Bodenbildung nicht im Detail, sondern nur ganz im Allgemeinen festgestellt werden. Der wirkliche Verlauf des Verwitterungsprocesses der Gesteine kann nur durch öftere wiederholte Untersuchung desselben Materials, welches jahrelang der Wirkung der Athmosphärilien ausgesetzt wird, sicher festgestellt werden. Prof. Hilger führt seit einer Reihe von Jahren solche Untersuchungen in Erlangen aus (Landw. Jahrbücher, Bd. 8 u. 15).

Das bereits öfter befolgte Verfahren, sich Zwischenstufen der Verwitterung dadurch zu beschaffen, dass man aus dem Boden mehr oder weniger stark zersetzte Stücke des Gesteins aussiebt und untersucht, ist nach unserer Meinung nur wenig geeignet, die Details des Verwitterungsprocesses aufzuhellen, ja dasselbe kann oft zu wesentlichen Irrthümern Veranlassung geben.

Fassen wir z. B. den Trochitenkalk ins Auge. Derselbe enthält ca. 4 % in Salzsäure unlösliche Bestandtheile; aus diesem Gestein entsteht ein Boden, welcher 80 % Unlösliches enthält. Wenn wir nun annehmen, dass alles,

was im Gesteine unlöslich war, auch als Unlösliches in den Boden übergeht (was natürlich nicht ganz zutreffend ist, da die Silikate bei der Verwitterung theilweise zersetzt, und ausgelaugt werden) so wäre 1 kg Boden aus etwa 20 kg unzersetztem Gestein entstanden. Das spec. Gewicht des Gesteins ist ca. 2,5, das Volumengewicht des Bodens ca. 1,00; es wäre daher 1 Raumtheil Boden aus ca. 8 Raumtheilen Gestein entstanden, und eine Ackerkrume von 20 cm Stärke aus einer 1,6 m dicken Gesteinsschicht.

Etwas anders gestaltet sich diese Berechnung, wenn man Gestein und Boden nach ihrem Kalkgehalt vergleicht; es ergiebt sich dann, dass ein Raumtheil Boden zu seiner Bildung wenigstens 6 Raumtheile Gestein, und eine Ackerkrume von 20 cm Stärke wenigstens eine Gesteinsschicht von 1,20 m Dicke erfordert.

Die Oberfläche des Bodens liegt aber niemals ganz horizontal, und infolgedessen wird durch jeden heftigen Regen ein Theil der Verwitterungsschicht hinweggewaschen; wir müssen deshalb annehmen, dass zur Bildung der vorhandenen Ackerkrume Gesteinsschichten von viel grösserer Mächtigkeit als oben berechnet Material geliefert haben. Da aber diese Schichten sehr verschieden zusammengesetzt sein können (wir erinnern nur an Nr. 1 und 2 der Thonplatten Tabelle III) so folgt daraus, dass die in der Ackerkrume enthaltenen Gesteinsbruchstücke durchaus nicht die Zusammensetzung haben werden, welche das Gestein, aus dem der Boden entstanden ist, durchschnittlich aufweist, sondern dass dieselben in vielen Fällen gerade das Extrem — die am schlechtesten verwitternden Schichten — darstellen, und dass die aus der Untersuchung derselben gewonnenen Resultate nicht als solche angenommen werden können, welche dem bei der Bodenbildung betheiligten Gestein durchschnittlich entsprechen.

Verhalten der Carbonate.

1. Carbonat des Eisens.

Dieses scheint sich ursprünglich in allen Schichten der Muschelkalkformation zu finden; in grösster Menge ist es vorhanden im Wellenkalk und den Thonplatten, auch die Schichten des Mittleren Muschelkalkes enthalten grössere

Mengen davon. Je leichter ein Gestein vom Wasser durchdrungen wird, um so schneller wird das Oxydulcarbonat ausgelaugt resp. in Oxydhydrat übergeführt. Im Schaumkalk und Trochitenkalk geht dieser Process am schnellsten vor sich; ferner findet sich Eisenoxydhydrat reichlich in den gelben und braungefärbten Oolith- und Terebratelbänken des Wellenkalkes.

Im eigentlichen Wellenkalke geht dieser Umwandlungsprocess erst vor sich, wenn aus dem Gestein sich der Ackerboden bildet, aber auch dieser enthält stets noch erhebliche Mengen des Oxyduls, wie die meist grau oder grüngraugefärbte Lösung beweist.

In dem schweren Boden der Thonplatten findet sich ebenfalls erheblich Oxydul, welches sich durch Reduction aus dem Oxyd stets von neuem erzeugt und stets wieder in Oxyd bei stattfindender Lüftung des Bodens übergeführt wird.

Die Lösungen des Trochitenkalkes und der Trochitenkalkböden waren stets gelb und braun gefärbt, was auf überwiegendes Vorhandensein von Eisenoxyd hindeutet; das mikroskopisch nachgewiesene Eisenoxydhydrat stammte zum Theil her aus der Zersetzung des Glaukonits.

Da sich nach Roth 7,2 Theile Eisenoxydulcarbonat in 1000 Theilen Wasser lösen, so ist selbstverständlich, dass das im Gesteine zirkulirende Regenwasser erhebliche Mengen davon auflöst und zum Grundwasser hinabführt oder in den Quellen wieder zu Tage treten lässt.

2. Das Carbonat des Calcium und des Magnesium.

Nach Angabe von Roth (chemische Geologie) lösen 1000 Theile Wasser 10 Theile $CaCO_3$ und 13 $MgCO_3$, dagegen nur 3,1 Theile Normaldolomit.

Da das Regenwasser stets Kohlensäure enthält, dieselbe sich auch im Boden je nach der Jahreszeit mehr oder weniger reichlich bildet, und mithin das im Boden und Gestein zirkulirende Grundwasser stets Kohlensäure gelöst enthält, so muss es auch in der Muschelkalkformation stets reichliche Mengen von Kalk und Magnesia auflösen.

Ausser der Kohlensäure finden sich noch im Boden Schwefelsäure, Salpetersäure und Humussäure, welche eben-

falls mit dem Calcium-Verbindungen eingehen, die theilweise in Wasser löslich sind und desshalb mit diesem weggeführt werden. Hierdurch entsteht aus einem fast reinen Kalkstein allmälig ein Boden, der arm an Kalk ist. Aus einem Trochitenkalk mit 99,5% $CaCO_3$ entsteht beispielsweise ein Boden der ca. 0,5% davon enthält; es waren in diesem Falle also rund 99,5% des ursprünglich vorhanden gewesenen Kalkes fortgeführt worden, und es drängt sich hier die Frage auf, warum der letzte Rest desselben nicht auch noch durch das Wasser aufgelöst und fortgeführt wird.

Bei Erläuterung der Resultate der agronomischen Analysen haben wir bereits auseinandergesetzt, dass das im Boden vorhandene Calcium in vielen Fällen nicht an Kohlensäure, sondern an Humussäure gebunden ist, welche bei der Verwesung der im Boden vorhandenen Pflanzentheile entsteht. Das humussaure Calcium ist aber in Wasser sehr schwer löslich. Während also der Anbau von Pflanzen einerseits die Entkalkung des Bodens befördert durch Vermehrung des Kohlensäuregehaltes der Bodenluft und des Wassers und durch direkte Wegführung in den Ernteproducten, verhindert er doch auch wieder das Fortschreiten des Entkalkungungsprocesses, indem die bei Verwesung der Pflanzen sich bildende Humussäure das Calcium in eine unlösliche Verbindung überführt, und so dasselbe den Angriffen des kohlensäurehaltigen Wassers entzieht. — Im Laufe der Zeit oxydirt sich die Humussäure wieder zu Kohlensäure und das Calcium wird wieder der Gefahr der Auswaschung ausgesetzt, wenn nicht eine neue Generation Pflanzen Material zur Bildung neuer Humussäure lieferte, welche wiederum ein entsprechendes Quantum Calcium in unlösliche Verbindung überführt. Es spielt deshalb das humussaure Calcium im Bodenhaushalte eine wichtige Rolle, und es wäre sehr zu wünschen, dass bei der Bodenuntersuchung auch Gewicht darauf gelegt würde, neben der Menge des kohlensauren Calciums auch die des humussauren zu bestimmen. Jedenfalls ist letztere Verbindung in sehr vielen Böden in verhältnissmässig reichlicher Menge vorhanden, ja öfter übertrifft dieselbe an Menge die der kohlensauren Verbindung des Calciums sehr erheblich (vor

allem Boden des Trochitenkalkes, und Mischboden 32). Die agronomischen Untersuchungen haben ferner gezeigt, dass auch von dem in den feinsten Theilen enthaltenen Calcium, sich ein erheblicher Theil in der Verbindung mit Humussäure befindet, wie aus den Kohlensäure- und Glühverlust-Bestimmungen (Tabelle VIII) hervorgeht; hierdurch wird die Wichtigkeit des humussauren Calciums für die Pflanzenernäherung noch deutlicher gemacht. Ja es erscheint sogar wichtig, dass untersucht wird, ob die Pflanzen nicht vielleicht die Fähigkeit besitzen, dasselbe direkt aufzunehmen und daraus ihren Kalkbedarf ganz oder zum Theil zu decken.

Ueber diesen Gegenstand ist uns nachträglich eine Mittheilung von P. de Mondésir in Journ. d'agriculture pratique 1889 I S. 103 zu Gesicht gekommen, in welcher derselbe nachweist, dass auf Böden, welche so sauer sind, dass sie feinzertheilten kohlensauren Kalk zersetzen, einzig durch Düngung mit Chlorkalium und Ardennenphosphat ein reicher Bestand von Rothklee, Weissklee und anderen Leguminosen hervorgebracht werden konnte. Da in diesem Falle Calciumcarbonat wenn überhaupt, so doch nur ganz an der Oberfläche des sumpfigen Bodens vorhanden war, so scheinen die Leguminosen hier ihren Bedarf an Kalk mit phosphorsaurem und humussaurem Calcium gedeckt zu haben.

Es wäre auch noch zu erwähnen, dass die Pflanzenwurzel die Fähigkeit besitzt, die Kalksteine direkt anzuätzen, wie Sachs zuerst experimentell nachgewiesen hat (Handbuch der Experimentalphysiologie der Pflanzen 1865 S. 188). Jede Trochitenkalkplatte, die dem Boden entnommen wird, zeigt übrigens auf ihrer Oberfläche deutlich vertieft die Lage der Pflanzenwurzeln, die sie umschlossen hatten.

Die Untersuchungen über die Art der Vertheilung des Kalkes in den verschiedenen Schlämmproducten haben ergeben, dass die feinsten Theile stets die absolut grösste Menge davon enthalten (ca. 40 bis 60% der Gesammtmenge), und wir haben dieses dadurch erklärt, dass dieser in feinster Vertheilung befindliche Kalk sich gerade deshalb in diesem Zustande befindet, weil er entweder aus Lösungen abgeschieden ist, welche ihn theils der Ackerkrume und

theils aus dem Untergrunde entnommen haben, oder weil er bei der Verwesung von Pflanzenwurzeln, Düngermasse etc., in welchem er an organische Säuren gebunden war, sich als humussaurer Verbindung in feinster Vertheilung ausschied.

Ferner haben wir gefunden, dass bei manchen Böden die Ackerkrume, trotzdem die Pflanzen daraus jahraus jahrein ihren Bedarf an Kalk entnehmen und in der gegebenen Düngung weniger dem Boden zurückerstattet wird, als ihm entnommen ist, mehr Kalk enthält als der aus demselben Gestein entstandene Untergrund. Aus diesen beiden durch viele Analysen bestätigten Thatsachen schliessen wir, dass es Böden giebt, deren Ackerkrume trotz andauernder landwirthschaftlicher Benutzung ohne specielle Kalkdüngung keine Verarmung an Kalk erleidet, sondern eine Anreicherung auf Kosten des Untergrundes.

Da das, was für den Kalk gilt, sich jedenfalls auch für die anderen in kohlensäurehaltigem Wasser löslichen Nährstoffe als zutreffend erweisen lässt, so müsste die oft citirte Regel, dass man durch Heraufbringen des weniger erschöpften Untergrundes die Ackerkrume an Nährstoffen bereichern könne, dahin eingeschränkt werden, dass unter Umständen auch durch diese Manipulation eine Herabsetzung des Kalkgehaltes der Ackerkrume (und vielleicht auch des Gehaltes an anderen Nährstoffen) bewirkt werden kann.

Wegführung der Magnesia.

Gleichzeitig wird mit dem Calciumcarbonat auch das Magnesiumcarbonat weggeführt, aber nicht in der Proportion als den oben angeführten Lösungsverhältnissen von $CaCO_3$ und $MgCO_3$ in Wasser entspricht, sondern es wird der Kalk immer in sehr viel stärkerem Maasse fortgeführt als die Magnesia, so dass sich letztere scheinbar im Boden anhäuft.

Aus den summarischen Zusammenstellungen Tabelle H und VIIa sind die Verhältnisse der Aequivalente von $CaCO_3$ und $MgCO_3$ im Gestein und in den Böden berechnet: Es kommen auf 1 Aequivalent $MgCO_3$ folgende Aequivalente $CaCO_3$ im Durchschnitt:

		Wellenk.	Mittl. M.	Trochith.	Thonplatt.	Tuffk.
	Gestein	59,0	1,75	52,0	41,0	450,0
im Boden	Krume	4,3	2,0	6,2	5,3	12,0
	Untergr.	—	1,3	2,7	10	—

Da sich die Böden aus anderen Gesteinsschichten gebildet haben, als analysirt worden sind, so können diese Zahlen selbstverständlich nur ganz im Groben die thatsächlichen Verhältnisse darstellen. Es geht aber daraus deutlich hervor, dass der kohlensaure Kalk der Ackerkrume ca. 8 bis 13 mal stärker weggeführt wird bei der Verwitterung von Wellenkalk, Trochitenkalk und Thonplatten als die kohlensaure Magnesia, beim Tuffkalk dagegen 36 mal so stark, und beim Mittl. Muschelkalk 0,8 mal (gegen 1,2 mal im Untergrunde). Bei letzterem Gestein wird daher abweichend von dem übrigen Kalk und Magnesia in etwa gleichen Verhältnissen gelöst.

Für die Verwitterung des württembergischen Muschelkalkes giebt E. Wolff an, dass das Calciumcarbonat stärker als das Magnesiumcarbonat weggeführt wird im Verhältniss der Aequivalente wie 9 : 1, und dass sich dolomitische Gesteine ähnlich verhalten. (Versuchsstationen, Bd. 7, S. 272).

3. Zersetzung der anderen Gemengtheile.

Die mikroskopische Analyse hat eine grössere Anzahl von zufälligen Beimengungen in den Gesteinen nachgewiesen; Quarz und Feldspath sind die wichtigsten davon.

Die Quarzkrystalle, welche in den meisten Gesteinsproben als mehr oder weniger reichlich vorhanden nachgewiesen wurden, scheinen bei der Verwitterung des Gesteins nicht ganz unbeeinflusst zu bleiben, da sie im Boden meist mit abgerundeten Kanten und rauher, warziger Oberfläche erscheinen, auch wenn das Gestein desselben Horizontes Krystalle mit scharfen Kanten und glatten, spiegelnden Flächen enthält. Es scheint, als ob die Krystalle chemisch angeätzt und nicht bloss mechanisch durch Reiben an anderen harten Mineralien, wie z. B. Quarzkörnern, bei der Bearbeitung des Bodens beschädigt sind.

Auch die übrigen kristallisirten Gemengtheile der Gesteine finden sich im Boden fast nur in zerbrochenen und

abgerundeten Stücken vor, welche die ursprüngliche Krystallgestalt bisweilen mehr oder weniger deutlich erkennen lassen. Selbst die härtesten und beständigsten Mineralien, wie Turmalin und Zirkon, machen hierbei keine Ausnahme. Es ist dies ein Beweis dafür, dass im Boden chemische Processe verlaufen und Lösungsmittel circuliren, denen auf die Dauer kein Mineral widerstehen kann.

Die Feldspäthe und namentlich diejenigen Arten derselben, welche reichlich Calcium enthalten, zersetzen sich sehr viel leichter als Zirkon und Turmalin; die vorhandenen Stücke derselben sind deshalb auch meist in einem Zustande, dass sie kaum noch als Feldspath etc. erkannt werden können; leicht erkennbar sind mitunter noch die zwillingsgestreiften Feldspäthe, deren verschiedene Leisten auch bisweilen ohne Anwendung des polarisirten Lichtes an dem verschiedenen Zersetzungszustande erkannt werden können.

Das Eisenoxydul der Glimmer wird verhältnismässig leicht in Oxydhydrat umgewandelt und dieses bedeckt dann die Platten oft in Form von braunen Flecken und Körnchen. Durch kohlensäurehaltiges Wasser werden die Alkalien aus den Silikaten ausgezogen, hierdurch wird die Kieselsäure frei und löst sich dann beim Kochen mit Natriumcarbonat.

Wenn die Lösungen der Alkalien mit anderen Silikaten zusammentreffen, so können sich andere kieselsaure Verbindungen von sehr verschiedener Zusammensetzung bilden; in den feinsten Theilen mögen dieselben oft in erheblicher Menge vorhanden sein. Das Endproduct der Zersetzung des Feldspaths ist Thon und Kieselsäure.

Wenn wenig Wasser, welches reich an Kohlensäure ist, auf Feldspath einwirkt, so werden die sich bildenden Carbonate leicht gelöst, im Boden vertheilt, weggeführt oder event. durch Verdunstung an die Oberfläche gehoben, und die Kieselsäure bleibt an Ort und Stelle zurück; wenn aber gewöhnliches Meteorwasser in grosser Menge wirkt, das arm an Kohlensäure ist, so können kohlensaure Alkalien und Kieselsäure zugleich gelöst werden, so dass nach Entfernung der Lösung nur reiner Thon übrig bleibt. Wenn

diese Lösung der Silikate mit anderen in Zersetzung begriffenen Silikaten zusammentrifft, so können sich wiederum neue Silikate bilden.

Wir hatten schon oben in der Einleitung zum agronomischen Theile die Angaben citirt, welche Sprengel, Senft etc. über die Kalkböden machen und zur Aufstellung einer Klassification derselben benutzen. Nachdem wir mitgetheilt haben, zu welchen Resultaten unsere Untersuchungen der Böden der Muschelkalkformation geführt haben, können wir vergleichen, wie sich unsere Böden in den Rahmen der Kalkböden, wie derselbe von den verschiedenen Autoren aufgestellt ist, einfügen lassen, oder welcher Standpunkt denselben unter den verschiedenen anderen Bodengruppen anzuweisen wäre.

Wenn Sprengel in seiner Bodenkunde (S. 62) sagt: „Im ganzen liefert der dichte Kalkstein einen Boden, welcher trocken und keineswegs dem Pflanzenwachsthum günstig ist", so ist diese Beschreibung für Wellenkalk-, Trochitenkalk- und Tuffkalkboden zutreffend, dagegen nicht zutreffend für die Böden des Mittleren Muschelkalk und der Thonplatten.

In dem Kapitel über Kreide- und Kalkböden (S. 198 l. c.) definirt Sprengel diese als solche Böden, „welche 30—75 % kohlensauren Kalk (oder 17—42 % Calciumoxyd) in erdigem oder doch gröblich zerkleinertem Zustande enthalten."

Wir sind bei unseren Untersuchungen von dem durch das Zwei-Millimeter-Sieb gefallenen Feinboden ausgegangen, während Sprengels Angabe „in gröblich zerkleinertem Zustande" darauf hindeutet, dass er wesentlich gröbere Theile als zum Boden gehörig betrachtet und mit in die Untersuchung einbegriffen hat. Unsere Resultate sind daher mit denen von Sprengel nicht direct vergleichbar.

Der höchste Kalkgehalt, den wir in unseren Böden angetroffen haben, fand sich im Tuffkalkboden, der ca. 14 % CaO enthält; nach Henneberg hat dieser (jedenfalls mit Einschluss der gröberen Theile) 22—26 % Gehalt an CaO. Er wäre also nach Sprengel's Definition noch unter die eigent-

lichen Kalkböden zu rechnen. Der Boden, welcher nächstdem den höchsten Kalkgehalt aufweist, ist ein zum Mittleren Muschelkalk gehöriger mit 11% CaO. Da hier nur wenig gröbere Theile vorhanden sind, so kann ein Gesammtgehalt von 17% CaO im Gesammtboden nicht erreicht werden. Dieser Boden gehörte also nicht mehr zu den Kalkböden Sprengel's. Dagegen müssten die Wellenkalkböden, die im Feinboden 3—10% CaO enthalten, bei Berücksichtigung des Gesammtkalkgehaltes zu den Kalkböden Sprengel's hinzugerechnet werden; es sind dies aber auch die einzigen Böden der Muschelkalkformation, alle anderen erreichen den für diesen angenommenen Minimalkalkgehalt nicht!

Da alle unsere Böden aus reinem Kalkstein entstanden sind, so könnte die Vermuthung entstehen, dass Böden mit so hohem Kalkgehalt, wie Sprengel denselben fordert, überhaupt auch unter den aus reinem Kalkstein entstandenen Böden sehr selten vorkämen. Dieselben kommen aber doch anscheinend öfter vor. Risler und Colomb-Pradel führen z. B. Analysen von Kreideböden der Champagne an, welche einen Kalkgehalt von 30—40% CaO in den feinen Theilen nachweisen, und andere Analysen von Grandeau und Joulie zeigen ähnliche Verhältnisse. (Risler l. c. II, S. 120ff.).

Es geht auch aus den weiteren Beschreibungen Sprengels hervor, dass derselbe die schweren Böden der Muschelkalkformation, die des Mittleren Muschelkalkes und der Thonplatten nicht gekannt hat, oder als Kalkböden nicht gerechnet hat; vielmehr hat er bei der Beschreibung der Letzteren meist den Wellenkalk- und Kreideboden, wie er diesen im Hannöverschen vielfach kennen zu lernen Gelegenheit hatte, im Auge gehabt.

Die Beschreibung des grandigen Kalkbodens, „der sehr trocken und zugleich unfruchtbar ist und am besten zur Holzzucht verwendet wird, wiewohl er auch eine sehr gesunde Schafweide liefert, die freilich sehr selten reich ausfällt, dafür aber desto nährender ist", passt sehr gut für die steilen Abhänge des Wellenkalkes, Trochitenkalkes, wie auch z. B. des Pläners in Hannover und Braunschweig.

Ausser dem grandigen Kalkboden führt Sprengel noch sandigen, lehmigen, thonigen und humosen Kalkboden an, von welchen er auch allgemeine Beschreibungen giebt, aber keine so präcisen Angaben macht, dass wir unsere Böden in diese Klassification einreihen könnten.

Talkige Mergelböden kommen nach Sprengel meist in der Juraformation vor und sollen 8—10 % und oft noch mehr kohlensaure Talkerde enthalten. Unsere Böden des Mittleren Muschelkalkes enthalten allerdings mitunter erhebliche Mengen von Magnesiumcarbonat, so hohe, wie Sprengel angiebt, aber nur ausnahmsweise.

Die Beschreibung der Kalkböden Sprengels ist in die meisten und auch noch neuesten Handbücher der Bodenkunde und Landwirthschaft unverändert aufgenommen, ein beredtes Zeichen dafür, wie wenig seit 50 Jahren unsere Kenntniss dieses Gegenstandes fortgeschritten ist.

Die Eintheilung, welche Senft für die Kalkböden aufgestellt hat, ist bereits oben in der Einleitung zum agronomischen Theile angeführt worden. Derselbe rechnet überhaupt unter die „kalkreichen Böden" solche, welche wenigstens 15 % Calciumcarbonat enthalten; von unsren Böden können daher auch nur sehr wenige hier eingereiht werden.

Detmer schreibt in seinen „Grundlagen der landwirthschaftlichen Bodenkunde" S. 448: „Der reine Kalkboden gewährt der Vegetation natürlich keinen geeigneten Standort". Unsere Untersuchungen haben im Gebiete des Muschelkalkes solche reine Kalkböden (die also ausser Kalk bloss noch Humus und vielleicht einige zufällige Beimengungen enthalten) nicht nachzuweisen vermocht, und nach unseren Erfahrungen im Gebiet der Kreide, des Stringocepalenkalkes und der tertiären Kalke in Rheinhessen bezweifeln wir auch, dass es derartige Böden giebt.

Haberland nimmt an, dass die Kalk- und Mergelböden von den Carbonaten des Calcium und Magnesium mehr als 10 % enthalten. (Der allgemeine landwirthschaftliche Pflanzenbau 1879). Die meisten der von uns untersuchten Böden würden also, trotzdem dass sie aus reinem Kalkstein entstanden sind, nicht unter die Kalkböden zu rechnen sein.

Aus allen diesen Citaten geht hervor, dass man sich meist vorstellt, aus den Kalkgesteinen entständen reine Kalkböden oder doch wenigstens kalkreiche Böden. Es hat aber schon Wolff gezeigt, dass auf der Hochebene des weissen Jura, dem Kalkgebirge in Schwaben und Franken Böden vorkommen, welche 3 bis 4 Fuss tief aus lehmigem Sande bestehen mit so geringem Kalkgehalt, dass derselbe durch die Analyse kaum bestimmt werden kann.

Unsere Untersuchungen haben ferner gezeigt, dass die kalkreichen Böden die Ausnahme bilden; die bei weiten meisten Böden der Muschelkalkformation enthalten nur mässige Mengen Kalk und Magnesia, ja einzelne, wie der Trochitenkalk, sind arm daran. Es zeigt sich auch hier, dass man aus der petrographischen und chemischen Beschaffenheit eines Gesteins noch keinen sicheren Schluss auf die Zusammensetzung des daraus entstandenen Bodens ziehen kann, weil diese ausser von der ursprünglichen Zusammensetzung des Gesteins noch von einer grossen Zahl Factoren, die während der Verwitterung des Gesteins und der Bildung des Bodens in Wirkung treten, abhängt. Die verschiedene Makro- und Mikrostruktur der Gesteine, welche dieselben befähigt, dem Einflusse der Atmosphärilien besser oder schlechter zu widerstehen, der Gehalt an mehr oder weniger leicht zersetzbaren Beimengungen, die Form und Auslegung der Terrainoberfläche und die verschiedene mechanische und chemische Wirkung des Wassers lassen aus ähnlichen Gesteinen Böden entstehen, welche sehr verschieden in ihrer chemischen Zusammensetzung, ihren physikalischen Eigenschaften und landwirthschaftlichem Werthe sein können.

Ebenso können aus verschiedenen Gesteinen Böden entstehen, deren Zusammensetzung ganz der der Gesteine entgegengesetzt ist. So entsteht z. B. aus ganz reinem Trochitenkalk ein Boden, welcher nur wenig Kalk enthält (z. B. 0,3 % CaO); wogegen andererseits z. B. Hazard (Versuchstationen Bd. 24, S. 233) einen Granit anführt mit 4,3 % CaO, während der daraus entstehende Boden 1,5 % CaO enthält. Es kann also aus einem kalkreichen Gestein

ein kalkarmer Boden, und aus einem kalkarmen Gestein ein relativ kalkreicher Boden entstehen.

Vom grössten Einfluss auf die Bodenbildung ist die Form und Auslegung der Erdoberfläche. In horizontaler oder nur wenig geneigter Lage können die meisten Kalkgesteine im Laufe der Jahrhunderte Verwitterungsschichten bilden, welche mit mehr oder weniger Erfolg zum Ackerbau benutzt werden können. Die Flächen des Wellenkalkes werden mit Luzerne, Esparsette, Roggen und Hafer bestellt; sogar die festen Bänke des Trochitenkalkes bilden eine Kulturschicht, die allerdings für gewöhnlich schwach ist und auch nur geringe Erträge bringt.

Geht man aber aus den ebenen Lagen in das Hügelland, wo die Gefälle stärker sind, so verändert sich sofort das Verhältniss. Je schwerer ein Gestein verwittert, um so mehr neigt es dazu, steile Abhänge zu bilden.

Der Character der Terrainoberfläche, der Wechsel zwischen sanften und steilen Abhängen ist durch das Vorhandensein leichter und schwerer verwitternden Gesteinsschichten bedingt. Die festen Bänke zeigen sich an den Abhängen als Kanten und Bruchlinien des Gefälles.

Auf den Steilabhängen des Wellenkalks, Trochitenkalks und der Thonplatten ist Ackerbau selbstverständlich nicht rentabel, meist auch gar nicht möglich, weil das Regenwasser die gebildete Feinerde immer wieder hinwegschlämmt. Diese Flächen sind deshalb Hutungen, deren spärliche Gräser den Schafen knappe, aber gesunde Weide gewähren, oder sie sind mit Wald bedeckt, wodurch selbstverständlich die Verwitterungsschichten am besten festgehalten, und die Bildung von öden Felsflächen, Wasserrissen und Schluchten am sichersten verhindert wird.

Die Formation des Wellenkalks bildet nach der topographischen Gestaltung ihrer Oberfläche drei deutlich von einander unterschiedene Bodengruppen:

1. Die Böden der Hochflächen und sanft geneigten Abhänge, 2. die Böden der Steilabhänge, 3. die Schwemmböden im Thal.

1. Die eigentlichen Verwitterungsböden des Wellenkalks, wie sie die Hochflächen und schwach geneigten

Abhänge bedecken, sind die schlechtesten Ackerböden des Muschelkalks und stehen hart an der Grenze der Brauchbarkeit für landwirthschaftliche Zwecke. Ihr Hauptkennzeichen sind viel Steine und wenig Feinboden (34—44%). Wohl hat letzterer durchaus keine ungünstige Zusammensetzung; bei 51—59% feinsten Theilen und 11—24% Staubgehalt muss er als mässig schwerer Thonboden bezeichnet werden. Der Gehalt an löslicher Kieselsäure ist gering, der Zersetzungsprocess der Silicate daher noch nicht weit fortgeschritten; der Kaligehalt dagegen ist aussergewöhnlich hoch, der an Phosphorsäure aber sehr gering (0,04%). Der Kalkgehalt des Feinbodens beträgt 2,6—9,9%, der an Magnesia 0,1—0,6%, wovon 80—90% in Form von Carbonat vorhanden sind; der Humusgehalt schwankt zwischen 2,8 und 4,4%, worin 0,2—0,3% Stickstoff. Der Absorptionscoefficient für Stickstoff ist 47—48 (= 30—40 nach Knop), der für Phosphorsäure 202.

Diese nicht ungünstige Zusammensetzung des Feinbodens lässt vermuthen, dass an Stellen, wo derselbe nicht zu stark mit Steinen vermischt und vor allem auch der Untergrund nicht zu ungünstig ist, immer noch lohnender Ackerbau getrieben werden kann. Es finden sich auch derartige Stellen, an denen sogar Rüben und Wintergerste mit Erfolg gebaut werden können, dieselben sind aber sehr selten.

In den bei weitem meisten Fällen ist die Ackerkrume so reich an Steinen, und der Untergrund besteht schon in 15—20 cm Tiefe aus zerklüftetem Gestein, dessen Ritzen mit dem aus der Ackerkrume ausgeschwemmten Thon erfüllt sind. Das Regenwasser versinkt darin sehr schnell, wie die Wasserbestimmungen zeigen, und nur die tiefwurzelnden Leguminosen, Luzerne und Esparsette sind imstande, hier gegen die Trockenheit anzukämpfen und entsprechende Erträge zu liefern. In den wiesenlosen Districten sind diese Futterpflanzen ein unersetzbarer Schatz für den Landwirth; sonst baut man auf diesen Böden noch: Linsen, Roggen, Kartoffeln und Hafer mit mehr oder weniger zweifelhaftem Erfolge.

2. Sind die Flächen stärker geneigt, oder nehmen an der Bildung des Bodens die festen Bänke des Wellenkalk:

Oolith-, Terebratel- und Schaumkalkbänke Antheil, so kann nur absoluter Waldboden entstehen. Diese Steilabhänge sind aber vielfach noch unbewaldet, mit spärlichem Grase bestanden, welches den Schafen kümmerliche, aber gesunde Weide bietet. Sehr gut gedeihen hier auch Kirschbäume. Der Rasen, welcher die Abhänge bedeckt, hält einen Theil der von oben herabgeschwemmten Feinerde fest, so dass hier eine 5 bis 10 cm starke Culturschicht entsteht, die auf einem aus Steinbrocken bestehenden Untergrunde ruht. Die Analysen 47 und 47a zeigen, dass die Krume ziemlich viel Feinerde (70%) enthält, und dass in letzterer 59% feinste Theile und 23% Staub enthalten sind. Auch im übrigen ist dieselbe nicht ungünstig zusammengesetzt, aber sie ist zu schwach und der Untergrund zu steinig, als dass hier eine Kulturpflanze sich so entwickeln könnte, dass im Durchschnitt der Jahre hier noch ein Reinertrag zu erzielen wäre.

3. Die besten Böden der Wellenkalkformation sind die in den Thälern liegenden Schwemmlandböden; es sind dies milde bis schwere kalkhaltige Thonböden mit viel Feinbodengehalt (76%), worin 50% feinste Theile und 36% Staub. Der hohe Gehalt an löslicher Kieselsäure (12%) und löslicher Thonerde (4,3%) deutet auf fortgeschrittene Verwitterung der Silicate. Der Gehalt an löslichen Kali und Phosphorsäure sind beide sehr hoch (0,79% K_2O und 0,2 P_2O_5). Der Kalkgehalt beträgt nur 1,7% in der Ackerkrume und 0,28 ist der Gehalt an Magnesia; ca. 53% beider sind an Kohlensäure gebunden. Der Gehalt an Humus beträgt 2,1%; darin sind an Stickstoff 0,3% vorhanden. Der Coefficient für Stickstoffabsorption ist nicht bedeutend = 36 (30 Knop), der für Phosphorsäure ist der höchste von allen 236.

Da der Untergrund der Ackerkrume sehr ähnlich und die wasseranhaltende Kraft beider gut ist, so kann hier Tiefkultur mit Vortheil betrieben werden; da ferner die Hauptnährstoffe sehr reichlich vorhanden sind, so ist der Ackerbau aller, auch der anspruchsvollsten Gewächse, hier mit Sicherheit und Vortheil zu betreiben.

Leider sind diese Böden, da die Thalsohlen meist schmal sind, nur in sehr geringer Ausdehnung vorhanden, so dass dieselben gegenüber den grossen Flächen schlechten Bodens der Wellenkalkformation quantitativ kaum ins Gewicht fallen.

Die Erfahrung der Jahrhunderte hat den Landwirth gelehrt, dass die Bewirthschaftung vieler Böden des Wellenkalks keinen Gewinn bringt, deshalb liegt die Grenze zwischen Wald und Ackerland oder Oedung und Acker meist genau da, wo Röth und Wellenkalk oder mittlerer Muschelkalk und Wellenkalk zusammenstossen. Bei der Neueintheilung der Felder, wie solche bei der Verkoppelung geschieht, wird mitunter nothgedrungen, mitunter auch ohne ersichtlichen Grund diese Grenze verschoben, so dass einzelne Stücke des Wellenkalks dem Ackerlande zugetheilt werden. Auf das Unrationelle dieses Verfahrens hat Professor von Könen wiederholt hingewiesen, und wir müssen uns den Auseinandersetzungen desselben anschliessen und können von solcher Verlegung der Kulturgrenzen nur abrathen.

Was für den Wellenkalk von Göttingen gilt, gilt eben so gut für die gleichen Schichten in Thüringen, am Harz und bis nach Westfalen, für die Muschelkalkinsel bei Michelstadt im Odenwald und für den süddeutschen Wellenkalk am Neckar, so weit uns derselbe bekannt geworden ist.

Von dem in Oberschlesien sagt Eck: „Wo der anstehende Wellenkalk unmittelbar zu Tage steht, wird stellenweise auch die grösste Mühe des Landmanns theils durch die steinige Beschaffenheit der Felder, theils durch die Trockenheit des Bodens vergeblich gemacht, welche das begierige Aufsaugen der atmosphärischen Niederschläge und das Fallenlassen derselben durch den zerklüfteten Kalkstein veranlasst und einen auffallenden Kontrast zwischen dieser Gegend und der nördlich daran gelegenen verursacht, wo die wasserdichten Thone der Lettenkohlenformation zu einer grossen Anzahl stagnirender Gewässer und wiesigen Flussthälern den Anlass geben.“

In diesen verschiedenen Lokalitäten zeigt sich das Terrain des Wellenkalks als ein „Land des Durstes", in welchem nur wenige Pflanzen wirklich erhebliche Erträge zu bringen vermögen. Unter diesen ist noch der Weinstock zu nennen, welcher auf den sonnigen Wellenkalkabhängen am Main, Neckar und an der Saale bei Naumburg mit Erfolg gebaut wird, und welcher so gut wie wenig andere Pflanzen die Trockenheit zu ertragen vermag. Sein ausgedehnter Anbau auf dem Flugsand des hessischen Rheinthales, auf welchem er nur der Kiefer das Terrain streitig macht, und auf dem Litorinellen- und Corbiculakalk des Mainzer Beckens, deren Böden dem des Wellenkalkes und Trochitenkalkes sehr ähnlich sind, lässt dies deutlich erkennen.

In der sogenannten Triasbucht bei Trier und am Nordrande der Eifel bei Commern ist der untere Muschelkalk als „Muschelsandstein" entwickelt, welcher dolomitischen Sandstein, dolomitische Mergel, Schieferletten und reinen Sandstein enthält. Die Böden, welche aus diesen Gesteinen entstehen, müssen von den mitteldeutschen, aus reinem Kalkstein entstandenen, wesentlich abweichen.

Der Wellenkalk im Elsass und Lothringen, welcher den Westrand der Vogesen umsäumt, ist ebenso entwickelt wie der der Trier'er Bucht und der im Saar-Nahegebiete, nämlich als Muschelsandstein. Graue dolomitische Sandsteine, gelbliche Sandsteine und mergeliche Kalke, bituminöse Mergel und Dolomite wechseln mit einander, so dass hier sehr wechselnde Böden oder aber Mischböden von günstiger Zusammensetzung entstehen müssen. Aus persönlicher Anschauung sind uns diese Böden nicht bekannt geworden, und in der Litteratur fehlen nähere Untersuchungen darüber.

Alles Wasser, welches auf die Hochfläche des Wellenkalks fällt und nicht oberirdisch abfliesst oder von der schwachen Ackerkrume nicht festgehalten wird, versinkt durch die Klüfte des Wellenkalks bis auf den Thon des darunter folgenden Röth, wo es dann zu Tage tritt, theils als mächtige Quellen, welche während des ganzen Jahres sehr gleichmässig aus dem ausgedehnten Reservoir des Wellenkalks gespeist werden, theils als Schwitz- oder

Schichtwasser, welches die schweren Aecker des Röth versumpft und zur Bildung von moorigen Wiesen Veranlassung wird, an welchen das Terrain des Röth ebenso reich als das des Wellenkalks arm ist.

Die meisten Thäler im Wellenkalk, deren Sohle noch in dieser Formation selbst liegt, haben auf ihrem Grunde weder Gräben noch Bäche; alles Wasser, welches bei gewöhnlichem Regen fällt, fliesst unterirdisch ab. Nur bei sehr starken Gewittern und Schneeabgang findet auch oberirdischer Wasserabfluss statt; ja das Wasser der Quellen, welche über dem mittleren Muschelkalk entspringen, versinkt wieder, so bald es in das Terrain des Wellenkalk eintritt.

Aehnlich liegen auch die Verhältnisse in Oberschlesien. So sagt Eck (der Muschelkalk in Oberschlesien S. 114): „Mit Ausnahme des Rosniotauer Wassers entbehrt daher diese westliche Partie jedes fliessenden Gewässers, denn alle Bäche entspringen erst da, wo der Muschelkalk aufhört."

Die Bäche, welche durch die Quellen auf dem Horizont des Röth gespeist werden, schwanken in ihrer Wassermenge nur wenig, so dass es mitunter im Sommer den Anschein hat, dass sie um so stärker fliessen, je weniger es regnet.

Ihrem chemischen Bestande nach sind diese Wässer sehr stark kalkhaltig, also harte Wässer, und für viele technische Zwecke nicht zu gebrauchen; es spiegelt sich in ihnen die Zusammensetzung der Gesteine wieder, welche sie durchfliessen. Da der grösste Theil des Kalkes nur durch die gleichzeitig in Lösung gehaltene Kohlensäure gelöst erhalten wird, so verliert das Wasser die grössere Menge seines Kalkgehalts, wenn die Kohlensäure entweicht; es wird also weicher, je weiter es in Gräben fliesst, und je mehr das Wasser durch Mühlräder etc. bewegt wird. Dieser Process der Entkalkung des Wassers scheint sich ziemlich schnell abzuspielen. Leider gestattete uns die Zeit nicht, diesen Gegenstand durch quantitative Analyse näher festzustellen und wir können aus der Litteratur nur ein Beispiel anführen.

Nièpce theilt im Annuaire des eaux de la France 1861 ag. 234 Analysen einer Quelle, die dem Lias entsprang, mit, deren Wasser untersucht wurde 1. am Ursprung, 2. nachdem es 55 m geflossen war, 3. nachdem es 600 m geflossen war. Es enthielt in Hunderttausendsteln:

	1.	2.	3.
Kohlens. Kalk	1,76	0,59	0,13
Schwefels. „	0,18	0,13	0,08.

Es zeigt diese Untersuchung, wie schnell sich kohlensaurer und schwefelsaurer Kalk niederschlagen. Der Augenschein lehrt auch, dass sofort da, wo das Quellwasser aus dem Berge tritt, die Ablagerung von Kalk (Tuffkalk) beginnt.

Ueber den Steilabhängen des Wellenkalks folgen die sanft geneigten Hänge des Mittleren Muschelkalkes. Die milden Gesteine desselben verwittern leicht und bilden einen feinkörnigen, tiefgründigen und mässigschweren Boden, der 90—100% Feinboden enthält, und entweder als „sandiger Thonboden“ mit 56% feinsten Theilen und 32% Staub, oder „lössartiger Lehm“ mit 30—43% feinsten Theilen und 42—43% Staub bezeichnet werden muss. Eigentliche Thonböden wie Nr. 7 mit 56% feinsten Theilen und 20% Staub kommen ebenfalls, jedoch jedenfalls seltener vor als erstgenannte Böden.

Der Gehalt an löslicher Kieselsäure ist hoch (7,7—12,1%), der an Kali gleichfalls bedeutend (0,25—0,46%) und der an Phosphorsäure ausserordentlich hoch (0,34%, der höchste aller untersuchten Böden). Der Gehalt an Kalk schwankt zwischen 1,0 und 11,4%, jedoch sind die von 1%—2,5% die bei weitem häufigsten; der Gehalt an Magnesia schwankt zwischen 0,9% und 5,75 und beträgt im Mittel 1,9%. Von den alkalischen Erden des Feinbodens sind 60—100% an Kohlensäure gebunden. Der Humusgehalt ist gering, 1.4—1,9%; 0,05%—0,16% sind hiervon Stickstoff.

Die Stickstoffabsorption des Bodens ist nicht so hoch, als man nach dem Gehalt an zersetzlichen Silicaten schliessen sollte; sie ist aber immerhin befriedigend (21—56 = 20—45 nach Knop); die Absorption für Phosphorsäure ist 129—184.

Der Untergrund ist der Ackerkrume fast vollständig gleich und ermöglicht eine rationelle Tiefcultur; da auch die Wassercapacität — wie die Wasserbestimmungen zeigen — günstig ist, die chemische und physicalische Zusammensetzung aber als sehr günstig bezeichnet werden muss, so folgt hieraus, dass der Boden für Anbau aller Früchte und für intensive Cultur gut geeignet ist, und dass dessen Bewirthschaftung recht gut einen erheblichen Reinertrag abwerfen kann.

Die Ländereien des mittleren Muschelkalks sind daher für alle Gemarkungen, die in der Muschelkalkformation liegen, ein kostbarer Schatz, ähnlich wie die Schwemmböden des Wellenkalks. Die Sicherheit ihrer Erträge verleiht dem landwirthschaftlichen Betriebe eine Stetigkeit, welche ein heilsames Gegengewicht bildet gegen die leider so unsicheren Erträge, durch welche die Böden des Wellenkalks und Trochitenkalks sich auszeichnen. Ferner sind die Böden leicht zu bearbeiten und für Ausführung der Tiefcultur und für Einführung eines intensiven Betriebes sehr geeignet.

Die im mittleren Muschelkalk vorhandenen Mergelschichten sind für die landwirthschaftliche Cultur von erheblicher Wichtigkeit. Es sind davon untersucht drei Proben Nr. 2, 9 (10), von denen die erste einer dünnen mergeligen Schicht entstammt, welche zwischen festeren Gesteinsschichten lagert, also für practische Verwendung nicht geeignet ist. Nr. 9 und 10 sind dagegen richtige Mergel. In Nr. 9 ist in verdünnter Salzsäure löslich 8,3% SiO_2, in concentrirter 9,2% SiO_2 (bei anderen Gesteinen 1—2,5%), wovon ein Theil als Chalcedon vorhanden ist. Ferner sind in conc. Salzsäure löslich 9,2% Thonerde, 0,9% Kali und 0,2% Natron. Diese Zahlen zeigen deutlich, wie sehr reich dieses Gestein an zersetzbaren Silicaten ist. In verdünnter Säure lösten sich bereits 0,11% Phosphorsäure. Der Kalkgehalt beträgt 25,6, der an Magnesia 11,6%, so dass hiernach ein ächter Dolomit vorliegen würde. Die Probe 10 scheint der Nr. 9 sehr ähnlich zu sein.

Wenn auch das Bedürfniss, die Böden der Muschelkalkformation mit Kalk zu düngen, nur ganz ausnahmsweise auftreten kann, so ist dasselbe doch in der anstossenden Buntsandsteinformation um so grösser. Ausser dem Mergel des Mittleren Muschelkalkes wäre hierzu noch zu verwenden der Tuffkalk, welcher 99% Calciumcarbonat (ca. 55 CaO) enthält, und vielfach schon in der Natur in der zum Ausstreuen geeigneten sandigen Form vorhanden ist. Auch könnte derselbe leicht so fein gemahlen werden, dass man ihn mit der Maschine ohne Anstand streuen könnte. Durch solche Vorbereitung würde jedenfalls erreicht, dass man mit viel geringerem Quantum dieselben Erfolge erzielt, als jetzt beim Ausstreuen der groben Stücke. Ferner wird jetzt zur Ausführung der Kalkdüngung noch verwendet gebrannter Kalk, der aus Trochitenkalk hergestellt wird. Die entsprechenden Gehalte sind:

Mergel d. mittl. M.	26—29% CaO
Tuffkalk	55% „
Trochitenkalk gebrannt	90% „

Ueber den Gesteinen des Mittleren Muschelkalks tritt das Wasser, welches die Schichten des Trochitenkalks durchsunken hat, in Form von Quellen und als Schichtwasser zu Tage. Hierdurch werden stellenweise die Böden versumpft, so dass eine Drainage derselben angezeigt ist.

Das Gestein des Trochitenkalks tritt in dünneren und dickeren Bänken (bis 2 m Mächtigkeit) auf. Diese widerstehen der Verwitterung in Folge der bedeutenden Härte und des dichten Gefüges; man benutzt das Gestein deshalb vielfach für technische Zwecke als Bausteine und brennt es für die Düngung und Mörtelbereitung. An den Abhängen bilden diese dicken Bänke scharfe Kanten, oder wenn die Schichtfläche geneigt ist, Wälle, welche aus den losen Schichten und dem Abhangschutt hervorragen. Die Steilabhänge, welche der Trochitenkalk an den Rändern der Hochflächen bildet, sind noch steiler als die des Wellenkalks; sie sind mit Wald bedeckt, oder tragen zwischen vielen grossen Steinen spärliches Gras. Auf den mehr horizontal liegenden Hochflächen entsteht ein flachgründiger, lössartiger Boden von dunkelbrauner Farbe und

eigenthümlicher Krümelstructur, welcher wenig kleine Steine enthält (75—100 % Feinboden). Dagegen reisst der Pflug oft aus dem Untergrunde, der in geringer Tiefe (von 15—30 cm) meist aus zerklüfteten Gestein besteht, grosse Plattenstücke los, welche dann die Besitzer auf den Grenzfurchen zu Wällen zusammenschichten, wo sie von Unkraut und Dornen überwuchert hohe Hecken bilden, die dann ein characteristisches Kennzeichen des Trochitenkalkterrains bilden und gestatten dasselbe schon von weitem von dem der Thonplatten, wo diese Hecken vollständig fehlen, zu unterscheiden.

Der Feinboden enthält hier nur 34—42 % feinste Theile und 32—41 % Staub, so dass derselbe dem Lössboden von Fesca genau entspricht. Der Gehalt an löslicher Kieselsäure ist sehr hoch (18 %), der Kaligehalt dagegen sehr gering, desgl. der Phosphorsäuregehalt (0,07 %). Der Gehalt an Humus, der bei allen Kalkböden nicht bedeutend ist, erhebt sich wesentlich über den Durchschnitt und beträgt 3,5—4,1 %, der Gehalt an Stickstoff beträgt 0,32 %, ist also sehr erheblich.

Da der Ackerboden und Gesteinsuntergrund das Wasser sehr leicht durchlassen, so ist auch die Entkalkung des ersteren sehr weit vorgeschritten. Der Kalkgehalt sinkt bis auf 0,3 % und bisweilen noch tiefer herab und steigt nur bis auf 1,9 %; der Magnesiagehalt ist im Mittel 0,1 %. In vielen Fällen ist der grössere Theil der alkalischen Erden nicht an Kohlensäure, sondern an Humussäure gebunden. Im Mittel sind nur 38 % an Kohlensäure gebunden. Der Coefficient der Stickstoffabsorption ist 95—131 (75—105 nach Knop); derselbe ist sehr hoch und steht ganz ausser Verhältniss zum wirthschaftlichen Werth des Bodens; die Coefficienten für Phosphorsäureabsorption 194 und 133 lassen den Boden gleichfalls viel besser erscheinen, als er wirklich ist.

In den Mulden des Terrains ist der Boden oft sehr hoch aufgeschwemmt; er zeigt dann auch in der Tiefe ein eigenthümliches lockeres Gefüge, welches man sonst nur bei eigentlichen Humusböden und stark humosen Sanden findet. Während im Winter bei trockenem Frost die Böden der Thonplatten zu steinharten Schollen gefrieren, kann

man den Trochitenkalkboden oberflächlich mit der blossen Hand zusammenscharren: der Boden ist trocken gefroren! wie der Bauer sagt.

Da der Trochitenkalkboden das Wasser nur wenig festhält, sich ferner infolge seiner schwarzbraunen Farbe sehr stark erwärmt und daher das wenige festgehaltene Wasser schnell wieder verdunstet, da ferner seine chemische Constitution mangelhaft ist, so ist er als Ackerboden geringster Qualität genügend gekennzeichnet. Dort wo er sehr flachgründig ist, ist er eben so schlecht wie der flachgründige Wellenkalk; wo er tiefgründig ist, mag er wohl um eine Kleinigkeit besser sein. Luzerne und Esparsette sind auch hier die Hauptgewächse, die noch mit Sicherheit gedeihen; sonst baut man noch Kartoffeln, Roggen, Hafer und Wicken-Hafergemenge, welche mehr oder weniger unsicher sind.

Da der Trochitenkalk selbst kein Wasser enthält, so liegen die Ortschaften meist unterhalb der Steilhänge desselben und benutzen das Wasser, welches auf dem Quellenhorizonte des mittleren Muschelkalk zu Tage tritt; oder sofern die Orte auf dem Trochitenkalk selbst erbaut sind, — wovon mir aber kein Beispiel bekannt ist, — müssten die Brunnen denselben durchsinken, um das Wasser des genannten Quellenhorizontes aufzuschliessen.

Die auf den Trochitenkalk folgenden Thonplatten bestehen aus dünnplattigen Kalken mit dazwischen liegenden Thonschichten. In den Lagen mit schwachem Gefälle bildet sich hier ein kalkhaltiger Thonboden aus, welcher mässig mit Steinen durchsetzt ist; er enthält wesentlich mehr Feinboden als der ihm in mancher Beziehung ähnelnde Boden des Wellenkalks (85—86%). An feinsten Theilen sind darin enthalten 57—67% und 20—42% Staub. Er ist also ein richtiger Thonboden, dessen Zähigkeit aber durch beigemengten Kiess und Steine in günstiger Weise gemildert ist, während die erhitzende Wirkung des Kalks durch den Thon paralisirt wird. Der Boden ist mässig tiefgründig, der Untergrund der Krume ähnlich, nur enthält derselbe meist mehr Feinerde (92—98%) und feinste

Theile (71—72%) als die Krume und besteht öfter aus ganz zähem Thon.

Das zerklüftete Gestein, auf welchem die Verwitterungsschicht ruht, gestattet das Abziehen des überschüssigen Wassers aus dem Boden. Die graue Farbe verhindert so starke Erhitzung, wie solche beim Trochitenkalkboden vorkommen kann.

Der Gehalt an löslicher Kieselsäure beträgt 12—16%, der Kaligehalt ist ganz ausnahmsweise hoch (0,4—0,6%), auch der an Phosphorsäure ist sehr bedeutend (0,18—0,28%). Humus enthält der Boden wie alle Kalkböden, wenig, ca. 2%, der Gehalt an Stickstoff ist (0,14—0,17). Der Kalkgehalt der Thonplattenböden schwankt zwischen 1,1 und 2,5%, der an Magnesia 0,12—0,61%; von den alkalischen Erden sind 62% an Kohlensäure gebunden.

Der Coefficient der Stickstoffabsorption ist 40—100 (30—80 nach Knop), der für Absorption der Phosphorsäure 115—134.

Die Wasserbestimmungen zeigen deutlich, dass der Thonplattenboden zur Zeit des Ueberflusses an Wasser sehr grosse Mengen aufspeichern und festhalten kann, wesshalb auch die auf ihm wachsenden Pflanzen in trockenen Zeiten weniger leicht Noth leiden als auf anderen Böden des Muschelkalkes. Kurz, es ist ein Boden, der aus entgegengesetzten Elementen in ziemlich glücklicher Weise gemischt und daher für den Anbau der meisten Kulturgewächse geeignet ist. Nächst den Böden des Mittleren Muschelkalkes ist er der beste der Formation, sehr viel besser als der des Trochitenkalks und Wellenkalks, ein geborner Weizenboden! Tiefkultur könnte hier allerdings nur mit Vorsicht eingeführt werden, so weit die Stärke der Bodenschicht sie überhaupt gestattet. Denn der zähe Thon des Untergrundes könnte leicht, wenn er heraufgebracht und mit der Ackerkrume gemischt wird, die physikalischen Eigenschaften verschlechtern, statt verbessern.

Anhangsweise wäre noch der Tuffkalk zu erwähnen. Derselbe findet sich an vielen Stellen am Rande der Muschelkalkformation und ist von erheblicher Wichtigkeit

durch seine Verwendbarkeit als Baumaterial. Er ist porös und leicht, und seine aus den dickeren Bänken gebrochnen Stücke sind leicht mit Schrotsäge und Handbeil — so lange sie noch feucht sind — zu bearbeiten. Schichten, welche reich an Humusbestandtheilen sind und auch reine Torfschichten finden sich oft zwischen den Kalksteinschichten. An Stellen, wo der Tuffkalk nicht in festen Bänken, sondern als lockerer Sand und Gruss abgelagert ist, wird er gegraben und als Mergel auf die kalkbedürftigen Aecker gefahren.

Da im Tuffkalk der unlösliche Rückstand fast nur aus Quarz und Humussubstanz in geringer Menge besteht, so kann der daraus entstehende Boden nur ein humoser kalkiger Sandboden sein mit allen Schattenseiten eines solchen. Er enthält 95 % Feinboden mit 21 % feinsten Theilen und 41 % Staub. Von allen untersuchten Böden weist er den höchsten Kalkgehalt auf (14 %); er ist sehr arm an Eisen und Kali, aber reich an Phosphorsäure (0,36 %). Der Humusgehalt (4,4 %) ist der höchste aller untersuchten Böden, der Stickstoffgehalt (0,28 %) ist ebenfalls sehr hoch.

Der Coefficient für Stickstoffabsorption ist gering (17 = 14 nach Knop). Der Boden ist tiefgründig, trocken und hitzig; er hält das Wasser schlecht an und ist deshalb für den Anbau von Kartoffeln, welche er in vorzüglicher Güte erzeugt, sehr geeignet.

Die Flächen, welche er bedeckt, sind nicht sehr gross, und da dieselben meist im Thal liegen, so mag auch während der Bildung des Kalkes und Bodens durch Flüsse und Bäche oft Schlick und Schutt zugeführt sein, wodurch dann der entstehende Boden wesentlich verbessert sein muss. So sagt Sprengel: „Der Tuffkalk verwittert sehr schnell und stellt ein Erdreich dar, das um so fruchtbarer ist, je mehr fremdartige Bestandtheile das Gestein enthält.

Schluss.

Die vorstehenden Untersuchungen sind selbstverständlich nicht so ausführlich, dass sie alle Fragen über Bildung und Werthschätzung des Bodens der Muschelkalkformation in der Gegend von Göttingen beantworten könnten; es wird noch eine weit grössere Zahl von Analysen und speciellen Untersuchungen nöthig sein, ehe entschieden werden kann, ob die vorhandenen Böden in die durch unsere Untersuchungen bestimmten Grenzen fallen, oder ob noch Böden von abweichender Zusammensetzung und anderen Eigenschaften in den einzelnen Stufen der Formation vorhanden sind.

Es wäre sehr zu wünschen, wenn diese agronomischen Untersuchungen gleichzeitig mit der geologischen Kartirung, so wie dies bei der Aufnahme des Flachlandes geschieht, ausgeführt würden. Der geologische und petrographische Bestand bildet selbstverständlich die Grundlage, auf welcher alle Bodenuntersuchung fussen muss; aber die Kenntniss des Ursprungs des Bodens hat für den Landwirth in vielen Fällen nur geringen Werth, wenn dieselbe nicht durch die agronomische Untersuchung ergänzt ist. Durch solche Benennung wie „Trochitenkalkboden" wird derselbe z. B. nur verführt, einen Boden für kalkreich zu halten und seine Maassnahmen danach einzurichten; während die agronomische Untersuchung ihn belehrt, dass dieser Boden kalkarm ist.

Wenn man neben der geologischen Darstellung des mitteldeutschen Hügellandes auch die agronomische Beschaffenheit der aus den verschiedenen Gesteinen entstehenden Böden bestimmen und kartiren wird, so wie das jetzt nur für das Flachland üblich ist, so wird allmählich auch das Material zusammengetragen werden, vermittelst dessen eine rationelle Beschreibung und Klassification unseres vaterländischen Bodens — des Hauptgewerbsmittels der Landwirthschaft — hergestellt werden kann, ohne welche

ein richtiges Verständniss des Landwirthschaftsbetriebes nur sehr unvollkommen möglich ist.

Unsere Untersuchungen haben nur einen kleinen Theil dieser ungeheuren Aufgabe und auch diesen nur unvollkommen lösen können; wir hoffen jedoch, dass dieselben nicht unnütz gewesen sind, sondern unsere Kenntniss des Bodens im allgemeinen um ein Kleines gefördert haben, und für die Böden der Muschelkalkformation — eines wichtigen Theiles des mitteldeutschen Hügellandes — grundlegend sein werden.

Benutzte Litteratur.

W. Frantzen und A. von Könen: Die Gliederung des Wellenkalkes in Mittel- und Nordwestlichem Deutschland. Jahrb. d. preuss. geolog. Landesanstalt 1888.

Pfaff: Kalk und Dolomit. Sitzungsber. d. k. bayrischen Akademie der Wissenschaften 1882.

H. Thürach: Ueber das Vorkommen mikroskop. Zirkone und Titanmineralien. Verhandl. der physik.-medicin. Gesellschaft zu Würzburg 1884.

Liebetrau: Beiträge zur Kenntniss des unteren Muschelkalks bei Jena. Zeitschr. d. geolog. Gesellsch. 1889.

E. E. Schmidt: Der Muschelkalk des östlichen Thüringens. Jena 1876; desgl. Jahrb. d. geolog. Landesanstalt 1881.

Wichmann: Turmalin als authigener Gemengtheil von Sanden. Neues Jahrbuch f. Mineralogie u. Geolog. 1880.

Lang: Sedimentärgestein aus d. Umgegend v. Göttingen. Zeitschr. d. deutsch. geolog. Gesellschaft. XXXIII, S. 217.

Eck: Die Formation des Buntsandsteins und Muschelkalks in Oberschlesien 1865.

— Rüdersdorf. Abhandl. z. geolog. Specialkarte v. Preussen 1872.

H. Schillbach: Mikrosk. Untersuchung des Schaumkalks von Jena. Jena 1890.

Sprengel: Bodenkunde. Leipzig 1837.

Bernhard Cotta: Deutschlands Boden. Leipzig 1854.

Ferd. Senft: Lehrbuch der Gesteins- u. Bodenkunde. Berlin 1877.

Risler: Géologie agricole. Paris 1884.

Joulie: Production des fourrages par les engrais. Paris 1887.

Fesca: Agronomische Bodenuntersuchung und Kartirung, Journ. für Landwirthschaft 1879.

— Beiträge zur agronomischen Bodenuntersuchung und Kartirung 1882.

Abhandlungen zur geolog. Specialkarte von Preussen und den Thüringischen Staaten.

Tabelle I.

Gesteins

In dem bei 110° getrockneten

	Bezeichnung der Gesteine.	Lösungsmittel	Unlöslich (geglüht)	Glühverlust	Ordnungs-Nummer
	Wellenkalk.				
W 8	Echter Wellenkalk aus dem Steinbruch an der Billingshäuser Schlucht	HCl conc.	5,99	0,37	1
		H_2SO_4	—	—	2
	Analyse v. Eck: unterer Wellenk. v. Rüdersdorf	?	10,42	2,39	3
	Analyse v. Grundmann cit. Eck, Oberschlesien S. 47				4
	Mittlerer Muschelkalk.				
M 2	von Deppoldhausen, Grube am Waldeingang, mergelige Schicht	HCl	9,72	0,77	
M 3	von Deppoldhausen, festes Gestein	HCl	6,31	1,35	
M 4	von Roringen, Chaussee, nicht weit vor d. Walde	HCl	7,60	0,13	
M 9	Mergel von Deppoldhausen, Grube am Abhang nach der Billinghäuser Schlucht	HCl verd.	13,01	1,21	
		HCl conc.	8,10	—	
		H_2SO_4	7,20	—	1
M 7b	Steine über 2 mm aus dem Boden 7b ausgesiebt	HCl conc.	8,73	0,39	1
M 12	von Nickolausberg, vom Acker aufgelesen		12,13	—	1
M 10	Mergel von Deppoldhausen		20,77	0,84	1
	Dolomit. Mergel von Col, Bergfreiheit: Eck, Oberschlesien S. 113	—	—	—	1
	Trochitenkalk.				
Tr 4	Dünnplattiger Kalk von Nikolausberg	HCl verd.	7,66	0,03	
		HCl conc.	4,86	—	
		HCl + HNO_3	2,06	—	
Tr 7	Terebratelbank a. Trochitk. von Deppoldhausen	HCl verd.	2,18	0,35	
		HCl conc.	1,32	—	
Tr 11	Oolithisch-dolomitischer Trochitenkalk von Friedland nordwestlich vom Mönchbusch	HCl conc.	1,34	0,06	
		H_2SO_4	—	—	
	Thonplatten.				
Th 9	vom Hainberg-Göttingen	HCl	5,46	4,91	

Tabelle I.

analysen.

Gestein sind enthalten:

Kieselsäure in Säure SiO_2	Kieselsäure in Natriumcarbonat SiO_2	Eisenoxyd Fe_2O_3	Thonerde Al_2O_3	Kalk CaO	Magnesia Mgo	Kali K_2O	Natron Na_2O	Kohlensäure CO_2	Phosphorsäure P_2O_5	Schwefelsäure H_2SO_4	Summa Sa.
0,03	2,32	0,87	1,12	48,92	0,12	0,25	0,03	39,02	0,06	0,10	99,20
0,03	—	Spur	1,35	0,10	0,06	—	—	—	—	—	—
—	—	1.29		45,54	2,43	—	—	—	—	—	99,50
1,12		0,51	1,22	53,29	0,95	0,42	—	42,20	—	—	99,71
0,07	2,63	3,17		29,20	14,93	0,21	?	39,48	0,01	0,02	100,21
0,11	2,57	2,58		28,77	17,01	0,25	?	41,48	0,05	0,12	100,60
0,12	1,48	2,52	0,43	26,88	18,13	0,63	0,48	41,10	0,14	0,05	99,69
0,11	8,19	5,97		25,63	11,61	0,19	0,11	32,57	0,11	1,57	100,28
0,06	0,65	Spur	3,19	0,13	0,05	0,70	0,10	—	—	—	12,98
—	—	Spur	0,59	0,19	Spur	0,18	0,03	—	—	—	8,00
0,05	2,09	2,20		30,25	15,78	—	—	41,13	berechn.	—	100,62
0,59	—	3,23		30,16	14,24	0,07	0,20	39,58	Spur	0,10	100,30
0,01	8,24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4,20		1,22	2,38	27,47	19,45	—	—	43,45	—	S. 0,28	99,79
0,05	—	0,19		51,20	0,59	0,05	—	40,82	0,06	0,09	100,74
0,01	1,90	0,41		0,20	0,15	0,05	—	—	0,08	—	7,66
0,04	—	1,67	0,60	0,10	0,22	—	—	—	0,07	0,10	4,86
0,05	2,49	0,87	0,17	51,48	0,95	0,12	0,06	41,88	Spur	0,16	100,76
0,03	?	0,33	0,06	0,16	0,24	?	?	—	0,04	?	2,18
0,03	0,68	1,27	0,64	47,63	5,08	—	—	43,12	—	0,26	100,11
—	—	0,03		0,04	—	—	—	—	—	—	—
0,06	1,12	1,11	0,93	47,51	0,21	0,77	?	37,97	0,05	0,18	100,28

Tabelle II.

Summarische Gesteinsanalysen.

		$CaCO_3$ %	$MgCO_3$ %	Unlöslich %
W	**Wellenkalk.**			
8	aus der Billingshäuser Schlucht	88,1	0,3	8,3
2	Lang*): Werkstein südlich des Nikolausberger Werkes	95,8	2,7	—
3	Lang*): Wellenkalk von Harste	90,9	2,9	7,2
XII	Pfaff: Wellenkalk von Würzburg**)	89,7	0,9	9,5
XIII	Pfaff: Terebratelbank	93,8	0,5	5,7
XIV	Pfaff: Schaumkalk	89,8	7,7	2,5
	Unterer Wellenkalk von Eck-Rüdersdorf	81,3	5,1	10,4
	Eck: Oberschlesien	95,1	2,0	13,1
	Mittlerer Muschelkalk.			
2	von Deppoldhausen	52,2	31,4	13,1
3	do. do.	51,4	35,7	10,2
4	von Roringen	48,0	38,1	9,2
9	Mergel von Deppoldhausen	44,7	24,4	18,2
7b	Steine des Bodens 7b	54,0	33,1	9,2
11	Gestein des Bodens 84	52,2	34,2	8,1
12	von Nikolausberg	53,9	29,9	12,1
XV	Pfaff: Zellenkalk**)	58,7	9,4	32,0
	Eck: Oberschlesien, Col. Bergfreiheit	49,0	40,8	4,2
	Trochitenkalk.			
4	von Nikolausberg	91,5	1,2	7,7
7	von Deppoldhausen	91,9	2,0	4,2
11	Oolith.-dolomit. von Friedland	85,2	5,1	2,1
1	Terebratelkalk von Lang	95,8	2,8	1,8
	Pfaff: Encrinitenkalk**)	95,8	0,13	4,1
	Thonplatten.			
1	vom Eberthal-Göttingen	68,1	2,4	24,8
2	dasselbe Handstück wie 1	90,8	—	7,6
9	vom Hainberg-Göttingen	84,9	0,44	11,5
5	Lang*): Uferstein vom Hainberg	88,9	2,92	8,7
XVIII	Trigonoduskalk nach Pfaff**)	95,0	1,9	3,0
	Tuffkalk.			
	von Lenglern, Prof. Wicke	99,2	0,15	1,67
	von Rosdorf, Journal f. Landwirthschaft 1864 S. 371	98,7	0,33	1,7

*) Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft XXXIII S. 217
**) Sitzungsberichte der Kgl. baïrischen Akademie d. Wissenschaft 188
Seite 551.

Bemerkungen zu „Wellenkalk". (Tabelle siehe umstehend.)

1 die Quarzkrystalle sind abgerollt.
2 u. 3 enthalten nur sehr wenig gröberen Rückstand, der grösste Theil derselben ist Thon.
6 der Rückstand besteht meist aus Quarzplatten mit Aggregat-Polarisation.
8 Zirkon zerbrochen, ein Glasstück $\frac{800}{150}$ μ.
13 sehr viel verkieselte Terebratelschalen.
14 häufig Drusen von Quarzkrystallen.
17 äusserst wenig gröbere Theile.
18 Glassplitter 48 μ lang.
25 viel Drusen von Quarzkrystallen.
26 Chalcedon häufig.
302 liegt 3,4 m über einer Schaumkalkbank und gehört vielleicht schon zum mittleren Muschelkalk, worauf zerbrochene Quarzkrystalle hindeuten.
303 sehr wenig Quarzkrystalle, aber viele Körner mit rauher Oberfläche.
304 der Rückstand besteht zum grössten Theil aus beiderseits ausgebildeten, stabförmigen Quarzkrystallen, die niemals vollständig gleichmässig auslöschen mit zahlreichen Einschlüssen. Die Menge des Rückstandes ist sehr gering, die feinsten Theile desselben bestehen ausschliesslich aus kleinsten Quarzkrystallen und etwas Eisenoxydhydrat.
305 Rückstand besteht ausschliesslich aus Quarzkrystallen bis zu 1 μ herab.
306 der Rückstand besteht vielleicht zu 99% aus Quarzkrystallen.
311 der grösste Theil des Rückstandes besteht aus Quarzkrystallen; solche mit Einschlüssen und Aggreg.-Polarisation sind häufig.

Bemerkungen zu „Mittlerer Muschelkalk". (Tabelle siehe Seite 8.)

2 Bei Auflösen in Essigsäure bleiben zahlreiche Dolomitkörner mit zonarem Bau.
5 Die Hauptmasse des Rückstandes sind Blättchen von Anhydrit (?).
7 Bei Lösung mit Essigsäure bleiben Dolomitkörner 10—15 μ Durchmesser.
13 Quarzkrystalle selten, sehr klein (9 μ lang).
15 1 Kristall von Orthoklas $\frac{150}{100}$ μ, ein grosses Stück Glas mikrochemisch untersucht. Anderes Glasstück $\frac{208}{102}$ μ, $\frac{480}{160}$ μ, ferner noch kleinere Glassplitter.

Bemerkungen zum Trochitenkalk. (Tabelle siehe Seite 8.)

1 Glaukonit formlos; kleine Quarzkrystalle in grosser Menge, viel Magneteisen-Würfel.
4 Quarzkörner mit Einschlüssen und Poren, 1 Kaolinkrystall. Glaukonit formlos und mit Gitterstruktur der Echinodermen.
5 sehr viel kleine Quarzkrystalle, vielfach mit Aggregat-Polarisation, zahlreiche Glassplitter mit und ohne Einschlüsse.
6 Quarzkrystalle mit vielen Einschlüssen und Hohlräumen, zahlreiche sehr kleine Glassplitter, auch mit Einschlüssen.
7 Zirkone zu mehreren verwachsen, Glasstück 2 mm lang.
8 kleine Quarzkrystalle in grosser Menge, Glaukonit formlos.
11 Die feinsten Theile bestehen aus Quarzkrystallen, 1,5 μ lang.
12 grosse Plattenstücke, die aus lose zusammenhängenden Quarzkörnern bestehen, in sehr grosser Menge.
14 Quarzkrystalle nur in den feinsten Theilen. Glaukonit formlos. Organische Kugeln bis 1 mm Durchmesser, welche mit leuchtender Flamme brennen. (Asphalt.)
15 Glimmerkrystalle, Glaukonit formlos.
13 Glaukonit organisirt und formlos.

Bemerkungen zu „Thonplatten". (Tabelle siehe Seite 8.)

1 Quarz sehr viel traubig-kugelige Massen in papierdünnen Lagen wie Blätter eines Buches geordnet; nach Auflösen des Kalkes besteht zwischen den Theilen einer Lage noch ein geringer Zusammenhalt.
2 Feldspathkrystalle und Spaltungsstücke häufig.
3 Schwerspatspaltungsstücke nach der Fläche P (Naumann) $= \infty \breve{P} \infty$ häufig.
4 gröbere Theile gar nicht vorhanden.
9 Feldspathzwillinge und gegitterte Feldspäthe.

Tabelle III.

Resultate der petrographischen Untersuchungen

Nr.	Unlöslicher Rückstand.	Wellenkalk von Göttingen etc.	a	b	c
			Quarz		
			Krystalle	Körner	Platten mit Aggregat. Pol.
	%				
1	3,6	Conglomeratbank, Hardegsen, Einschnitt .	s	2	—
2	6,4	Untere Oolithbank, do. . .	—	3	1
3	4,6	Untere Oolithbank, Plesse	—	3	1
4	5,2	Obere Oolithbank von Wittenberg . . .	—	2	1
5	6,6	Obere Oolithbank, Hardegsen	s	2	—
6	4,1	Untere Terebratelbank, Hardegsen . . .	—	3	—
7	3,4	Wellenkalk, Hardegsen.	—	3	—
8	8,5	Wellenkalk aus der Billingshäuser Schlucht	ss	3	—
9	7,1	Wellenkalk aus der Billingshäuser Schlucht (Analyse)	ss	3	2
10	8,8	Wellenkalk von Butterberge	—	—	—
11	9,3	Ober Wellenkalk von Gallberg	—	—	—
12	—	Wellenkalk von Bovenden, ein Handstück	s	3	—
13	2,2	Schaumkalk von Bovenden, ein Handstück	1	1	—
14	1,9	Schaumkalk von Nikolausberg	2	—	—
15	7,4	Schaumkalk von der Wieter	1	—	—
16	25,2	Wellenkalk aus der Ackerkrume	—	1	1
17	1,9	Gelber Kalk a. d. Schaumkalk a. d. Luther	—	1	2
18	2,6	Schaumkalk, Hardegsen, Einschnitt . . .	1	1	1
19	1,1	Schaumkalk aus dem Göttinger Wald . .	s	1	s
20	4,6	Schaumkalk von Hardegsen, Weper . . .	2	—	—
21	0,9	Schaumkalk v. Hungerberg (Salzderhelden)	1	1	1
22	11,6	Oberster Wellenkalk	—	1	—
23	9,4	Schaumkalk von der Wieter (ausgelangt) .	3	1	1
24	4,2	Schaumkalk	3	—	1
25	2,2	Schaumkalk von Nikolausberg	3	2	2
26	—	Orbicularis-Platten	—	1	—
27	1,1	Oolith. Schaumkalk von Holtensen . . .	3	1	—
		Wellenkalk von Michelstadt i. O.			
301		Terebratelbank, Erbach	3	1	1
302		Zum Schaumkalkhorizont gehörig	—	3	—
303		Terebratelbank von Stockheim	ss	3	—
304		desgl. südlich von Michelstadt	3	—	1
305		Schaumkalk, südlich von Michelstadt	3	—	ss
306		Schaumkalk, östlich von Michelstadt	3	s	—
307		Wellenkalk, Michelstadt	—	1	—
311		Terebratelkalk vom Neckar. Offenau gegenüber.	3	—	—

NB. Es bedeutet: 1 = kommt vor, 2 = kommt häufig v
K = Krystall, Z = Zwilling von Feldspa

Tabelle III

…s in Salzsäure unlöslichen Rückstandes.

e	f	g	h	i	k	l	m	n	o	v		
Feldspath	Eisenoxydhydrat	Magneteisen	Thon	Zirkon = Z Anatas = A	Turmalin	Glaukonit	Augit Hornblende ?	Flusspath	Vulkan. Glas	Organ. Substanz	Zahl der Präparate	Ordnungs-Nummer
—	1	—	—	—	—	—	1	1	—	1	8	1
1	3	—	3	—	1	—	1	—	—	—	8	2
—	3	—	3	—	1	—	—	—	—	1	8	3
ZP	2	1	2	ZA	1	—	1	—	—	—	8	4
3 Z	2	—	2	Z	s	—	1	1	ss	1	27	5
s	3	—	1	—	—	—	—	—	—	—	10	6
1	1	—	3	—	—	—	—	—	—	1	11	7
ZP	1	—	3	—	1	—	1	—	—	1	8	8
1	1	—	3	Z	s	—	1	—	—	—	8	9
—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10
1	1	—	3	Z	—	—	—	—	—	—	10	11
1	1	—	—	Z	1	—	1	—	—	1	11	12
1	3	—	1	Z	—	—	1	1	ss	1	12	13
1	1	—	1	Z	—	—	—	1	ss	—	8	14
1	1	1	—	Z	1	—	—	—	ss	—	5	15
Z 1	2	—	2	—	1	—	1	—	ss	Rutil s	10	16
—	1	—	1	Z	—	—	—	—	—	1	8	17
—	1	—	—	Z	1	—	—	1	—	1 Rutil	10	18
1	2	—	—	Z	—	—	—	1	—	1	6	19
—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	20
1	1	—	—	Z	—	—	s	1	ss	—	6	21
1	1	—	3	—	1	—	—	s	—	—	10	22
1	1	—	—	—	—	—	—	ss	—	—	8	23
1	1	—	3	Z	—	—	s	1	—	—	8	24
1	1	1	—	ZA	—	—	1	1	—	—	15	25
—	1	—	2	Z	Chalcedon häufig			1	—	1	12	26
—	3	—	1	Z	1	—	—	—	—	—	5	27
—	1	—	1	—	1	—	—	—	—	1	12	301
1	—	—	—	Z	1	—	ss	—	—	—	12	302
s	1	—	—	Z	1	1	1	1	1	1	16	303
—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20	304
ss	—	—	—	—	—	—	—	ss	—	—	12	305
—	—	—	—	—	ss	ss	—	—	—	—	—	306
—	—	—	3	s	—	—	—	—	—	1	10	307
ss	—	—	1	—	—	ss	—	—	—	—	8	311

= kommt sehr häufig vor, s = selten vor, ss = sehr selten,
= Zwillings gestreifte Feldspäthe, Plagioklase.

Nr.	Unlöslicher Rückstand %	Mittlerer Muschelkalk von Göttingen.	a Krystalle	b Quarz Körner	c Quarz Platten	Ordnungs-Nummer
1	10,2	von Nikolausberg	—	1	1	1
2	—	mergelig, Deppoldhausen	—	3	—	2
3	—	desgl.	—	1	—	3
4	10,2	Roringen	s	3	1	4
5	4	vom Uhlenloch	s	1	—	5
6	8,3	Deppoldhausen	—	—	—	6
7	26,7	Zellenkalk vom Uhlenloch	ss	2	—	7
8	11,8	von Ossenfeld	ss	1	1	8
9	—	Mergel von Deppoldhausen	—	1	1	9
10	24,2	desgl.	ss	1	—	10
11	7,6	Gestein von Roringen	—	—	—	11
12	13,0	Gestein von Nikolausberg	—	1	—	12
13	8,6	von der Weper	s	—	1	13
14	7,1	Abhang Weende-Deppoldhausen	ss	1	2	14
15	4,5	Ossenfeld	3	1	1	15
		von Michelstadt.				
308	—	Zellenkalk	—	1	—	16
309	—	desgl.	ss	1	1	17
		Trochitenkalk von Göttingen.				
1	1,4	Trochitenkalk von Alfeld	3	1	1	18
2	0,6	Trochitenkalk von Ballenhausen	2	1	1	19
3	5,4	Trochitenkalk von Nikolausberg	1	1	—	20
4	2,6	desgl.	2	3	3	21
5	2,2	Trochitenkalk von Hardegsen	3	2	2	22
6	—	Trochitenkalk von Roringen Steinbr.	3	2	1	23
7	3,7	Terebratelbank Deppoldhausen	2	2	2	24
8	—	Schaumkalkartiger Trochitenkalk	ss	1	1	25
9	—	Steinbruch im Eberthal	3	1	1	26
10	2,1	Untere Bank im Eberthal	1	—	1	27
11	2,0	Oolith. dolomith. Friedland	3	3	2	28
12	8,1	desgl. südlich (ausgelaugt)	s	3	2	29
13	—	Trochitenkalk von Nikolausberg	1	1	3	30
14	—	Trochitenkalk von Ballenhausen	1	1	1	31
15	3,0	Trochitenkalk von Deppoldhausen	s	1	1	32
16	0,93	Trochitenkalk von ?	3	—	—	33
		Thonplatten.				
1	24,8	Aus dem Eberthal	3	2	1	34
2	7,6	Dasselbe Handstück	3	3	1	35
3	5,2		—	1	1	36
4	9,5	von Deppoldhausen	—	1	—	37
5	10,9	von Hardegsen	—	—	—	38
7	10,4	von Hainberg	1	1	—	39
8	5,0	desgl.	1	1	1	40
9	—	desgl.	—	1	1	41
		Tuffkalk von				
	0,6	Rosdorf	s	1	1	42

d	e	f	g	h	i	k	l	m	n	o	v	Zahl der Präparate
Glimmer	Feldspath	Eisenoxyd	Magneteisen	Thon	Zirkon Anatas	Turmalin	Glauk onit	Augit Hornblende	Flussspath	Vulkan. Glas	Organ. Substanz	
1	1	3	Chlorit	2	Z	1	—	1	1	—	—	17
1	ZP	3	—	2	Z s	1	—	1	—	—	—	12
2	—	1	—	2	—	—	—	—	—	—	—	5
1	—	1	—	2	Z s	1	—	—	1	—	1	8
2	1	1	Chlorit	1	Z s	—	—	1	s	Anhydrit		13
1	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	12
3	P	2	Chlorit	2	Z h	1	Chalcedon		s	Rutil	s	9
K 1	P	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	8
1	—	1	Chlorit	2	Z	1	Gips, Rutil, Anhydrit					8
1	—	1	—	2	—	—	—	1	—	—	—	6
—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	1	Z	1	—	—	s	—	—	8
1	—	—	—	—	Z	2	—	—	—	—	—	10
—	P	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	8
2 K	1	—	—	—	Z	1	1	1		1	—	35
1	—	—	—	—	—	s	—	—	—	—	—	8
3	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10
K	2	2	3	—	Z	1	3	—	2	—	1	11
—	—	2	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
—	—	2	—	—	ZA	—	—	—	—	—	—	3
—	1	—	1	K 2	—	—	1	1	1	—	—	23
—	1	—	—	1	—	—	1	—	1	1	—	15
1	1	1	Chalcedon			—	—	—	1	1	1	12
—	—	1	—	Z 2	—	—	—	1	1	1	1	28
—	—	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	8
1	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8
—	1	—	—	Z	—	—	—	—	1	—	—	8
1	1	Chalcedon			—	—	—	1	—	—	—	18
1	ZP	—	—	Rutil	1	—	—	1	—	—	1	8
—	Z	—	—	—	—	—	1	—	1	1	1	6
s	Chalcedon			—	—	—	1	—	—	Asphalt		8
s	2	—	—	—	2	—	1	1	—	—	1	18
—	2	—	1	Chalcedon				—	—	—	—	—
3	ZP	1	—	3	Z s	1	s	1	—	—	1	10
1	3	1	—	3	Z 2	—	s	Schwerspath ?			—	6
1	3	—	—	3	—	1	1	—	—	—	—	18
—	1	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	6
—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	3
1	Z	—	—	3	Z	1	—	2		Rutil		16
—	Z	1	—	3	—	—	—	—	—	—	—	5
—	Z	—	1	3	—	1	—	1		Rutil		5
1	P	—	—	—	Z	1		Rutil			3	12
					Bruchstücken							
											Summe der Präparate:	753

Tabelle IV.

Nr.	Boden des:	Ackerkrume Untergrund	Tiefe der Probenahme cm	Schlämm-Procente des Gesammtbodens Steine > 10 mm
	Wellenkalk			
38	v. Butterberge	A	0/15	39,0
48	Dransfeld, Acker a. d. Höhe a. d. Eisenbahn	A	0/15	50,2
48a	desgl.	U	15/25	46,0
47	Dransfeld, Steilabhang, Weide	A	0/10	12,7
47a	„ „	U	10/20	21,1
49	Dransfeld, Schwemmbod. im Thal a. d. Eisenbahn	A	0/15	17,7
49a	desgl.	U	15/30	7,8
	Mittlerer Muschelkalk.			
7b	Roringen, an der Chaussee nach Waake . .	A	0/20	6,5
53	Deppoldhausen, rechts der Chaussee . . .	A	0/20	0,1
70	Knutbüren, nicht hoch über dem Wellenkalk	A	0/15	2,2
70a	am Weg nach Ossenfeld	U	15/30	1,6
71	Ossenfeld, steriler Hang	A	0/20	0,0
84	Roringen, Abhang nach dem Göttinger Wald	A	0/20	0,0
84a	desgl.	U	20/35	0,0
	Trochitenkalk.			
11b	Deppoldhausen, westlich vom Walde . . .	A	0/15	0,0
57	Deppoldhausen, auf der Höhe am Dreiecks-	A	0/15	24,1
57a	Punkt	U	15/25	14,3
	Thonplatten.			
32	Deppoldhausen, gemischt mit Boden d. Trochitk.	A	0/15	0,0
32a	reine Thonpl. Untergrund	U	15/25	8,4
52	Hainberg b. Göttingen, am ersten Querweg über	A	0/15	12,4
52a	dem Steinbruch	U	15/25	5,7
61	Lohberg b. Geismar, am Weg d. Tillischanze	A	0/15	12,0
61a	gegenüber	U	15/25	0,0
69	**Tuffkalk v. Rosdorf.**	A	0/20	1,6

Doppelbestimmungen.

47	Mittlerer Fehler einer Bestimmung	
52	$m = \pm 2{,}4\,\%$ des Resultates.	
84a	Resultat.	Mittl. Fehler desselben.
	20 %	cr. $\pm$ 0,5 %
84II	40 %	$\pm$ 1,0 %
	60 %	$\pm$ 1,4 %

Tabelle IV.

analysen.

Procente des Gesammtbodens			Procente des Feinbodens							Feinboden.
Steine		Feinboden	I	II	III	IV	V	VI	VII	Summa
$\frac{10}{4}$	$\frac{4}{2}$	$<$ 2 mm	$\frac{2}{1}$	$\frac{1}{0,5}$	$\frac{0,5}{0,2}$	$\frac{0,2}{0,1}$	$\frac{0,1}{0,05}$	$\frac{0,05}{0,01}$	$\frac{0,1}{<}$	
6,6	20,3	34,1	5,7	4,9	3,7	3,6	6,9	24,1	50,8	99,7
4,7	0,8	44,3	4,5	2,2	7,9	5,4	9,2	11,6	57,8	98,6
10,6	6,0	37,3	3,4	3,7	1,0	3,5	6,0	17,6	64,0	99,2
13,7	4,0	69,6	2,9	3,3	1,7	3,9	5,9	23,2	58,6	99,5
21,6	8,1	49,2	2,8	1,7	0,5	0,5	6,9	16,2	71,4	100,0
5,3	1,0	76,0	0,6	0,4	0,7	1,9	9,5	36,0	50,0	99,1
4,5	0,6	87,1	0,8	1,1	0,9	2,0	8,2	33,1	53,8	99,8
2,1	0,8	90,6	1,2	1,9	2,0	6,9	10,8	20,1	56,8	99,7
0,7	0,2	99,0	0,5	0,7	0,7	1,7	12,1	41,6	43,2	100,5
0,4	0,6	96,8	0,3	0,4	0,2	1,0	23,3	43,6	30,7	99,5
0,8	0,6	97,0	0,2	0,3	0,3	0,8	10,1	58,5	30,0	100,2
0,0	0,6	99,8	0,6	1,1	0,9	3,7	9,4	18,0	65,9	99,6
0,3	0,4	99,3	0,3	0,8	0,1	2,1	9,0	32,0	55,8	100,1
0,2	0,1	99,7	0,2	0,6	1,2	1,5	9,6	29,4	57,2	99,7
0,1	0,0	99,9	0,1	0,5	0,8	4,0	19,3	41,2	34,3	100,2
1,2	0,3	74,3	2,3	5,3	2,9	5,7	9,3	32,5	41,8	99,6
0,2	0,1	85,4	0,3	0,9	1,2	2,9	10,7	35,1	49,2	100,3
0,3	0,0	99,7	0,2	0,2	0,5	1,8	10,2	42,0	45,0	99,9
1,1	1,0	89,5	0,4	0,4	0,4	0,8	7,8	20,1	70,0	99,9
0,6	0,6	86,4	0,5	0,5	0,7	2,7	7,7	30,7	56,9	99,7
1,4	0,2	92,7	0,7	0,8	1,1	2,8	5,3	17,6	71,2	99,5
2,4	0,6	85,0	1,2	1,0	1,8	1,2	5,5	20,8	67,8	99,3
0,9	0,3	98,8	0,7	0,7	1,4	2,7	5,5	17,0	72,4	100,4
2,5	0,7	95,2	4,2	4,9	3,1	4,7	19,9	41,2	21,4	99,4
Nr.										
47			2,9	3,3	1,7	3,9	5,9	23,2	58,6	99,5
			2,7	4,4	3,6	5 4	6,5	21,1	56,1	99,8
52			0,5	0,5	0,7	2,7	7,7	30,7	56,9	99,7
			0,8	0,9	0,7	2,0	6,9	30,0	58,0	99,3
84a			0,2	0,6	1,2	1,5	9,6	29,4	57,2	99,7
			—	—	1,0	2,0	8,9	27,0	—	—
84II			0,3	0,8	0,1	2,1	9,0	32,0	55,8	100,1
			—	—	0,6	2,1	12,0	27,0	57,8	—

Tabelle IVa.

Mittelwerthe der Schlämmanalysen.

Boden von	Feinboden %	Der Feinboden enthält $\frac{2}{0,05}$	$\frac{0,05}{0,01}$	<0,01
Wellenkalk.				
Krume	49	24	20	56
Untergrund	43	15	17	68
Schwemmboden. Krume	76	14	36	50
Untergrund	87	13	33	54
Mittlerer Muschelkalk.				
Krume	97	21	35	47
Untergrund	98	12	44	44
Trochitenkalk.				
Krume	87	25	37	38
Untergrund	85	16	35	49
Thonplatten.				
Krume	86	12	26	62
Untergrund	96	11	17	72
Mischboden. Trochitkalk und Thonplatten.	100	13	42	45
Tuffkalk.				
Krume	95	38	41	21

Tabelle V.

Resultate der Mikroskopischen Untersuchung der Böden.

Nr.	Boden von	Quarz: Krystalle	Quarz: Körner	Quarz: Platten	Glimmer	Feldspath	Eisenoxydhydrat	Magneteisen	Thon	Zirkon, Anatas	Turmalin	Augit u. Hornblende	Flussspath	Zahl der Präparate
	Wellenkalk vom Butterberge.													
38	Schlämmproduct I. .	s	3	3	1	—	—	3	—	—	1	—	—	8
	„ IV .	s	3	—	1	ZP	—	3	3	Z	1 Rutil	1	—	8
	„ V. .	—	1	—	—	Z	—	—	3	—	—	—	—	28
47	Dransfeld, Weide-Abhang IV	—	3	1	—	—	1	—	—	—	1	—	1	8
48	Dransfeld, Höhe . .	—	2	2	K	ZP	—	—	3	—	1	—	—	12
49	„ Schwemmboden	s	3	s	1	ZP	—	Rutil		Z	1	1	—	25
	Mittl. Muschelkalk.													
7b	Roringen (Rückstand in conc. HCl ungelöst)	—	3	3	1	s	Rutil		3	Z	1	—	Dolomit	
7b	Original-Boden . . .	—	3	3	s	P	„	Kalkspath	3		1	1	s	„
53	Deppoldhausen, Originalboden	—	3	3	2	—	—	1	3	—	1	1	—	—
71	Ossenfeld	3	3	—	—	1	Rutil		3	—	—	—	Gyps	
70	Knutbüren	s	3	—	—	P	—	—	3	—	2	2	—	—
84	Roringen I	1	3	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	„ II	2	2	—	2	—	—	—	—	—	1	1	—	—
	Trochitenkalk.													
11b	Deppoldhausen . . .	1	3	3	1	1 P	Chlorit		1	Z	—	1	1	Glaukonit
57	desgl.	s	1	3	—	—	—	1	—	Z	1	1	—	—
	Thonplatten.													
52-52a	Hainberg	ss	3	1	1	ZP	1	1	1	—	1	1	1	—
61a	Lohberg, Untergrund .	—	1	1	—	ZP	—	—	2	—	1	—	—	—
32	Deppoldhausen . . .	ss	1	1	1	ZP	—	Rutil		Z	1	1	Chlorit	
	Tuffkalk v. Rosdorf.	1	3	—	1	1	—	—	—	—	1	1	—	—

NB. Bezeichnung wie Tabelle III.

Analysen der

Tabelle VI.

Nr.	100 gr des bei 110° anhaltend getrockneten Feinbodens enthalten:	Lösungsmittel	Wassergehalt des Feinbodens	Unlöslicher Rückstand geglüht	Glühverlust	Kieselsäure in Säure gelöst $S_1 O_2$	Ordnungs-Nummer
	Wellenkalkboden.						
38	Oberster Wellenkalk vom Butterberge	HCl conc.	4,47	3,92	3,92	0,13	1
		H_2SO_4	—	—	—	0,03	2
49	Schwemmboden des Wellenkalkes von Dransfeld	HCl conc.	4,61	60,63	3,78	0,04	3
	Boden des Mittleren Muschelkalk						
7b	von Roringen, an der Chausse nach Waake	HCl conc.	3,93	50,93	5,09	0,08	4
84	von Roringen, Abhang nach dem Göttinger Wald	HCl conc.	3,16	61,88	3,37	0,14	5
		H_2SO_4	—	—	—	—	6
	Boden des Trochitenkalk						
11b	von Deppoldhausen	HCl verd. kalt	2,43	96,32	1,55	0,16	7
		HCl conc.	—	68,73	—	0,43	8
32	Mischboden von Trochitenkalk und Thonplatten von Deppoldhausen	HCl conc.	3,20	70,34	3,03	0,12	9
		H_2SO_4	—	—	—	0,42	10
	Boden der Thonplatten						
52	vom Hainberg-Göttingen	HCl conc.	5,83	58,92	2,90	0,06	11
		H_2SO_4	—	—	—	0,14	12
	Tuffkalkboden						
	von der Grossen Breite in Weende Anal. von Henneberg: Journal f. Landw. 1862.	?	—	41,03	6,29	0,28	13
	Magerer Kalkboden von Weende auf Tuffkalk lagernd, von Henneberg und Stohmann (Heyden, Düngerlehre II S. 298).	HNO_3	2,36	52,19	4,56	0,84	14
		H_2SO_4	—	42,53	—	5,08	15

Feinböden.

Tabelle VI.

Kieselsäure in Natriumcarbonat gelöst SiO_2	Eisenoxyd F_2O_3	Thonerde Al_2O_3	Calciumoxyd CaO	Magnesia MgO	Kali K_2O	Natron Na_2O	Kohlensäure CO_2	Phosphorsäure P_2O_5	Schwefelsäure SO_4H_2	Summa Sa.	Im Humus Gesammt-Stickstoff N
9,32	8,03	0,25	11,07	0,61	0,57	0,14	7,78	0,04	Spur	100,61	0,18
3,58	Spur	4,94	0,20	0,15	0,28	0,39	—	—	—	—	—
11,85	4,43	4,30	1,92	0,28	0,79	0,29	0,92	0,20	0,03	100,91	0,29
7,61	3,89		11,72	5,57	0,25	0,20	14,50	0,17	0,34	100,30	0,15
12,01	8,30	6,55	2,91	0,82	0,46	0,12	2,94	0,11	0,12	99,73	—
—	4,30	5,51	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	0,92	Spur	0,45	0,11	0 06	0,06	0,11	0,03	Spur	99,78	—
17,30	3,58	6,56	0,23	0,37	—	—	—	0,04	0,08	—	—
11,96	3,95	8.37	0,53	0,46	0,56	0,12	0,04	0,18	0,15	99,81	0,17
4,41	Spur	2,02	0,22	0,28	0,43	0,17	—	—	—	—	—
16,00	10,18	7,16	1,69	0,17	0,42	0,65	0,97	0,28	0,09	99,49	0,14
24,83) ?	Spur	6,13	0,08	0,22	—	—	—	—	—	—	—
—	3,22		26,21	1,39	0,17	0,91	20,17	0,29	0,15	100,11	0,21
?	0,43	0,58	22,00	0,37	0,10		17,69	0,36	—	99,12	0,20
?	1,49	2,73	0,14	—	—	—	—	—	—	—	-

Tabelle VII.

Agronomische

Nr.	Der vollkommen trockne Feinboden (< 2 mm) enthält:	Wasser bei 110° ausgetrieben	Kalk CaO	Magnesia MgO	Kohlensäure CO_2	Ordnungs-Nummer
			%	%	%	
	Böden des Wellenkalkes.					
38	Butterberg	—	9,65	0,61	7,78	
48	Dransfeld, Acker auf der Höhe	1,98	2,60	0,14	1,75	
202	Abhang Nikolausberg-Weende	—	9,85	0,25	8,06	
47	Dransfeld, Steilabhang mit Gras bewachsen .	—	8,92	0,38	6,98	
47a	„ Untergrund „ „ „ .	—	21,21	0,47	21,98	
49	Schwemmboden von Dransfeld	3,43	1,70	0,28	0,86	
49a	Untergrund	—	1,83	0,20	0,57	
	Böden des Mittleren Muschelkalkes					
7b	von Roringen	1,83	11,70	5,75	14,50	
53	Deppoldhaussen rechts an der Chanssee . .	2,70	0,97	0,33	0,85	
70	Knutbüren, am Wege nach Ossenfeld . . .	1,76	2,16	0,46	2,15	
70a	„ Untergrund, am Wege nach Ossenfeld	—	1,22	0,49	1,16	
84	Roringen, Abhang nach dem Göttinger Wald	2,80	2,43	0,88	2,94	
84a	Roringen, Untergrund, Abhang nach dem Göttinger Wald	—	1,09	0,98	1,08	
71	Ossenfeld, steriler Hang	—	2,14	2,20	1,90	
71a	„ Untergrund, steriler Hang . . .	—	15,95	3,75	16,13	
10	roher Mergel von Deppoldhausen	—	—	—	—	
	(Analyse von Henneberg, Journal f. Landw. 1862) . . . . . (Es fehlt die nähere Bezeichnung der Formation, es ist deshalb unsicher ob dies wirklich ein Boden des Mittleren Muschelkalkes ist).	—	8,17	0,68	—	

Analysen. **Tabelle VII.**

Glühverlust	Humus mit 58% gerechnet	Stickstoff N	100 gr Feinerde (≤ 0,5 mm) absorbirten aus 200 gr Chloramnon: mgr N	100 gr Feinerde absorbirten aus 200 gr Natriumphosphat	Zur Bindung von CaO u. MgO ist erforderlich CO_2	Gefunden CO_2 in Procenten der erforderlichen	Volumengewicht	Wasserkapacität	Zahl der Bestimmungen von CaO (MgO) CO_2	
		MgrN		Mgr P_2O_5						
%	%	%			%	%				
3,92	3,32	0,18	—	—	8,25	94,3	—	—	2	
—	4,43	—	48	—	2,19	80,0	0,81	89,7	2	Der Untergrund von No. 48 enthält CaO: 4,65%
—	3,73	—	—	—	8,12	99,2	—	—	2	
—	2,81	0,31	36	202	7,42	94,1	—	—	2	
—	—	—	—	—	25,04	—	—	—	2	
3,78	2,12	0,29	36	236	1,64	53,0	0,92	79,6	2	
4,21	2,72	—	—	—	2,07	27,6	—	—	2	
2,90	1,41	0,15	21	129	15,57	93,1	1,04	57,5	3	
3,91	1,82	0,16	32	177	1,12	59,7	1,08	58,4	4	
2,88	1,36	0,05	38	120	2,21	97,3	1,09	—	2	
2,50	—	—	—	—	1,50	77,3	—	—	2	
3,37	1,90	—	44	178	2,89	101,9	0,98	71,2	3	
—	1,51	—	55	223	1,96	55,2	—	—	2	
4,58	1,07	—	56	184	4,87	39,1	—	—	2	
—	—	—	—	—	16,62	97,2	—	—	1	
—	—	—	—	220	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	70,9)	—	

Nr.	Der vollkommen trockne Feinboden (< 2 mm) enthält:	Wasser bei 110° ausgetrieben	Kalk CaO	Magnesia MgO	Kohlensäure CO_2	Ordnungs-Nummer
	Böden des Trochitenkalkes.					
57	Deppoldhausen, westlich des Dreieckspunktes	4,71	1,86	0,38	0,61	1
57a	„ Untergrund, „	—	0,56	0.35	0,09	2
11b	Deppoldhausen, westlich vom Walde . . .	2,57	0,52	0,08	0,10	3
203	Deppoldhausen, westlich am Walde	—	0,60	0,07	0,17	4
203a	„ Untergrund, „	—	0,58	—	0.04 ?	5
207	Deppoldhausen, rechts des west-östl. Weges	—	0,29	0,05	0,06	6
207a	„ Untergrund, „	—	0,36	0,01	0,07	7
209	Höhe am Dreieckspunkt Deppoldhausen . .	—	0,31	0,04	0,09	8
220	Herbershausen	4,40	0,75	0,03	0,56	9
	Böden der Thonplatten					
32	gemischt mit Trochitenkalk, Deppoldhausen	2,30	0,45	0,35	0,04	10
52	Hainberg (Göttingen), am ersten Querweg .	4,02	1,84	0,26	0,93	11
52a	„ Untergrund „ „ „	—	4,73	0,28	1,39	12
61	Lohberg bei Geismar	—	2,52	0,22	1,87	13
61a	„ „ „ Untergrund	—	4,50	0,45	3,71	14
201	Hainberg	—	2,17	0,12	1,43	15
204	Deppoldhausen	—	1,24	0,61	0,51	16
	Henneberg, Journ. f. Landwirthsch. 1862. S. 53	—	1,05	1,12(?)	—	17
	Boden des Tuffkalk					
	von Rosdorf	2,34	14,18	0,07	11,06	18

Die ausführliche Zusammenstellung der Resultate der Bestimmung de

Glühverlust	Humus mit 58 % Kohlenstoff gerechnet	Stickstoff	100 gr Feinerde absorbirten aus 200 gr Chlorammonlösung: Mgr N	100 gr Feinerde absorbirten aus 200 gr Natriumphosphatlösung: Mgr P_2O_5		Zur Bindung von CaMgO ist erforderlich CO_2	Gefundene CO_2 in Procenten der erforderlichen.	Volumengewicht	Wasserkapacität	Zahl der Bestimmungen von CaO (MgO) CO_2	
	%	%	Mgr N	Mgr P_2O_5		%	%				
6,87	4,17	0,32	131	233		1,88	32,5	0,88	76,6	5	
5,10	—	—	—	—		0,93	7,5	—	—	8	
6	—	—	95	194		0,50	20,0	0,98	68,4	4	
—	3,55	—	—	—		0,55	30,9	—	—	2	
—	—	—	—	—		0,46	8,7 ?	—	—	1	
	—	—	—	—		0,28	21,4	—	—	2	
	—	—	—	—		0,40	17,5	—	—	2	
	—	—	—	—		0,28	32,1	—	—	2	
	—	—	—	—		0,62	89,7	0,91	—	2	
3,03	3,29	0,17	100	120		0,74	5,4	0,94	81,6	3	
3,25	1,97	0,14	65	120		1,74	53,5	0,94	76,6	3	
—	—	—	—	—		2,15	64,6	—	—	3	
6,09	2,00	0,15	40	189		2,22	84,4	—	—	2	
4,94	—	—	—	—		4,02	92,3	—	80,0 ?	2	
—	—	—	—	—		1,84	77,7	—	—	2	
	—	—	—	—		1,64	31,1	—	—	1	
	—	—	—	—		—	—	—	—	—	
6,14	4,44	0,28	17	105		11,24	98,4	0,93	54,4	2	

Einzel-Bestimmungen von No. 11b.

CaO	CO_2	
0,49	0,02	
0,32	0,05	
0,63	0,11	
0,55	0,09	

Einzel-Bestimmungen von No. 57a.

CaO	MgO	CO_2	
0,94	0,22	0,07	HCl verd.
0,80	—	0,07	verd.
—	—	0,13	Essig-
0,60	—	0,16	säure
0,52	—	0,07	
0,65	—	0,12	Phos-
0,64	—	0,03	phor-
0,83	0,49	—	säure

		CaO
3 gef.	CO_2 = 0,04	0,39
	" = 0,04	0,42
	" = 0,06	0,52

orptionscoëfficienten findet sich auf Tabelle IX.

Tabelle VIIa.

Uebersicht der Resultate der agronomischen Analysen der Feinböden.

Feinboden des	Kalkgehalt		Magnesiagehalt		Kohlensäuregehalt		Kohlensäure in % der für CaO, MgO erforderlichen Menge		Humus		Glühverlust	
	Min. / Max.	Mittel	Min. / Max.	Mittel	Min. / Max.	Mittel	Min / Max.	Mittel	Min. / Max.	Mittel	Min. / Max.	Mittel
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Wellenkalk.												
Ackerkrume . . .	2,6 / 9,9	7,8	0,14 / 0,6	0,3	1,8 / 8,1	6,1	80,0 / 99,2	91,1	2,1 / 4,4	3,5	3,7 / 3,9	3,8
Untergrund . . .	0,6 / 21,2	—	0,5	—	22,0	—	88,1	—	—	—	—	—
Schwemmboden, Ackerkrume . .	1,7	—	0,3	—	0,9	—	53	—	2,1	—	3,8	—
Untergrund . . .	1,8	—	0,2	—	0,6	—	28	—	2,7	—	4,2	—
Mittl. Muschelkalk mit Ausschluss von No. 7b und 71, 71a.												
Ackerkrume . . .	1,0 / 2,4	1,9	0,3 / 2,2	0,9	0,9 / 2,9	2,0	60 / 102	83	1,4 / 1,9	1,6	2,9 / 3,9	3,3
Untergrund . . .	1,1 / 1,2	1,2	0,5 / 1,0	0,8	1,5 / 2,0	1,7	55 / 77	66	1,5	—	2,5	—
Trochitenkalk.												
Ackerkrume . . .	0,3 / 1,9	0,7	0,03 / 0,38	0,1	0,06 / 0,60	0,26	21 / 90	38	3,6 / 4,1	2,9	1,4 / 6,9	4,2
Untergrnnd . . .	0,4 / 0,8	0,6	0,1 / 0,3	0,2	0,04 / 0,07	0,06	7,5 / 18	11	—	—	5,1	—
Mischboden . . .	0,5	—	0,4	—	0,04	—	5,4	—	3,3	—	3,0	—
Thonplatten.												
Ackerkrume . . .	1,1 / 2,5	1,8	0,1 / 0,6	0,3	0,5 / 1,9	1,2	31 / 84	62	2,0 / 2,0	2,0	3,2 / 6,1	4,7
Untergrund . . .	4,5 / 4,7	4,6	0,3 / 0,5	0,4	1,4 / 3,7	2,6	64,6 / 92,3	78,4	—	—	—	—
Tuffkalk.	14,2	—	0,1	—	11,1	—	98	—	3,4	—	5,1	—

Tabelle VIII.
Kalkgehalt der Schlämmproducte.

Schlämmproduct ist enthalten	I—III 2—0,2 mm		IV 0,2—0,1		V 0,1—0,05		VI 0,05—0,01		VII kleiner als 0,01	
	CaO	MgO	CaO	MgO	CaO	MgO	CaO	MgO	CaO	MgO
den von Wellenkalk.										
38	23,31	—	11,10	—	8,16	—	4,50	—	8,33	—
	—	—	(Kohlensäure				3,43	—	6,83)	—
48	—	—	4,03	—	2,39	—	1,75	—	4,52	—
48a	27,66	—	5,58	—	3,99	—	2,46	—	2,55	—
47	20,11	—	6,13	—	5,23	—	8,84	—	7,32	—
47a	24,84	—	6,55	—	4,09	—	9,43	—	8,99	—
49	21,35	—	3,40	—	1,52	—	1,01	—	2,96	—
bl. Muschelkalk.										
7b	35,47	4,22	18,27	4,19	14,47	4,45	9,53	3,16	9,82	2,28
	—	—	(Kohlensäure				11,03		10,01)	
70	34,20	—	5,16	—	0,85	—	1,65	—	2,69	—
84	12,02	2,59	6,01	2,24	3,61	0,99	1,84	0,49	2,44	0,64
84a	?	2,48	4,29	3,63	1,65	1,34	1,13	1,17	1,52	0,26
71	9,49	—	5,68	—	2,37	—	1,16	—	2,09	—
rochitenkalk.										
57	4,90	—	2,74	—	1,58	—	0,97	—	2,70	—
57a	2,02	—	1,33	—	1,19	—	0,92	—	2,06	—
11b	4,30	—	1,30	—	0,59	—	0,16	—	0,58	—
	(Kohlensäure				0,30	—	0,04	—	0,23)	—
11b	5,7	—	—	—	8,9	—	2,6	—	6,9	—
57	15,4	—	1,4	—	3,8	—	2,54	—	9,5	—
Mischboden.										—
32	3,53	—	0,98	—	0,46	—	0,19	—	0,88	— (Glühverlust
32a	24,90	—	8,20	—	1,76	—	0,64	—	4,29	)
Thonplatten.										
52	11,08	—	2,11	—	1,81	—	1,04	—	1,58	—
	(Kohlensäure				1,34	—	0,71	—	0,68)	—
52a	16,35	—	4,78	—	3,89	—	3,38	—	2,51	—
61	12,07	—	7,51	—	2,67	—	2,18	—	2,19	—
61a	8,87	—	—	—	4,20	—	1,92	—	2,15	—
Tuffkalk.	50,09	—	31,84	—	11,40	—	7,30	—	19,30	—

Tabelle VIIIa.

Mittlerer Gehalt der Schlämmproducte an Kalk und Magnesi

berechnet aus Tabelle VIII.

(NB. Einzelproben sind eingeklammert.)

Böden von	Schlämmproduct I—III 2—0,2mm	IV 0,2—0,1	V 0,1—0,05	VI 0,05—0,01	VII < 0,01
Wellenkalk.					
Kalkgehalt der Ackerkrume	21,7	7,1	5,3	5,0	6.7
Kalkgehalt des Untergrundes	21,2	6,1	4,0	5,9	5,7
KalkgehaltdesSchwemmbodens	21,4	3,4	1,5	1,0	3.0
Mittlerer Muschelkalk.					
(Kalkgehalt der Ackerkrume 7b	35,5	18,3	14,5	9,5	9,8
(Magnesiagehalt der Ackerkrume 7b . . .	4,2	4,2	4,5	3,2	2,3
Ackerkrume Kalkgehalt	18,6	5,6	2,3	1,6	2,3
„ Magnesiagehalt	(2,6)	(2,2)	(1,0)	(0,5)	(0,6
Untergrund, Kalkgehalt.	?	(4,3)	(1,7)	(1,1)	(1,5
„ Magnesiagehalt	2,5	(3,6)	(1,3)	(1,2)	(0.3
Trochitenkalk.					
Kalkgehalt der Ackerkrume	4,6	2,0	1,0	0,6	1.6
Kalkgehalt des Untergrundes	(2,0)	(1,3)	(1,2)	(0,9)	(2,1
Thonplatten.					
Kalkgehalt der Ackerkrume	11,6	4,8	2,3	1,6	1,9
Kalkgehalt des Untergrundes	16,5	6,5	3,3	2,0	3.4
Tuffkalk.					
Kalkgehalt der Ackerkrume	(50,1)	(31,8)	(11,4)	(7,3)	(19,3

Ausgeschlossen ist der Mischboden No. 32.

Tabelle VIIIb.

Vom Gesammt-Kalkgehalt des Feinbodens sind in den einzelnen Schlämmproducten enthalten:

Procente:

Böden von:	Schlämmproduct I—III 2—0,2	IV 0,2—0,1	V 0,1—0,05	VI 0,05—0,01	VII <0,01	Summe
	Procente vom Gesammt-Kalkgehalt des Feinbodens					
Wellenkalk.						
Mittel Ackerkrume .	28	3	5	16	48	100
„ Untergrund .	21	2	4	15	58	100
Schwemmboden . . .	15	2	6	15	62	100
Mittlerer Muschelkalk.						
Boden 7b	15	10	13	16	46	100
Mittel Ackerkrume .	12	5	13	21	49	100
„ Untergrund .	12	4	10	20	54	100
Trochitenkalk.						
Mittel Ackerkrume .	22	7	10	16	45	100
„ Untergrund .	4	3	7	20	66	100
Thonplatten.						
Mittel Ackerkrume .	24	7	11	15	43	100
„ Untergrund .	12	4	7	11	66	100
Tuffkalk.						
Mittel Ackerkrume .	36	9	13	18	24	100

Tabelle IX.

Absorptionscoëfficienten für Stickstoff und Phosphorsäure.

Böden von		100 gr Feinerde (< 0,5 mm) absorbirten aus einer Lösung von:					
		Chlorammon. mit 1,25 gr N pr. lit.	Ammonphosphat 0,315 gr N pr. lit.	Natriumphosphat mit $\frac{1,30}{1,38}$ gr P_2O_5 pr. lit.	Ammonphosphat mit 1,322 gr P_2O_5 im lit.	Ordnungsnummer nach der Grösse der N Absorption Chlorammon.	Ordnungsnummer nach der Grösse der P_2O_5 Absorption Natriumphosphat
		Milligr.	Stickstoff	Milligr.	P_2O_5		
Wellenkalk.							
	47	36	—	202	170	4	11
	48	48	—	—	—	9	—
Schwemmboden .	49	36	(13,9)	236	168	5	14
Mittleren Muschelkalk.							
	7b	21	—	129	99	2	5
	53	32	(14,8)	177	121	3	6
	70	38	(17,0)	120	87	6	4
	71	56	—	184	—	10	8
	84	44	(13,1)	178	140	8	7
Untergrund . . .	84a	55	—	223	—	—	(13)
roher Mergel . .	68	—	—	220	—	—	12
Trochitenkalk.							
	11b	95	(14,8)?	194	134	12	10
	57	131	(35,2)	233	160	14	12
Thonplatten.							
	32	100	—	120	—	13	2
	52	65	(35,6)	120	115	11	3
	61	40	(10,9)	189	134	7	9
Tuffkalk.							
		17	—	105	81	1	1

Tabelle X.

Volumengewicht und Wasserkapacität.

Boden von	Der in Messröhren eingeschwemmte Boden hat: Volumengewicht			Aus den für die Wasserbestimmungen entnommenen Proben ergiebt sich:		
	nass	eingetrocknet	höchster Wassergehalt Gew. %	höchster Werth für Volumengewicht	höchster Wassergehalt am 25. Jan. 1891 Gew. %	Wasserdichte nach Heinrich
Wellenkalk. No.						
48	0,81	1,07	89,7	—	—	—
49	0,92	1,19	79,6	—	—	—
202	—	—	—	1,27	22,9	291
205	—	—	—	—	25,3	—
Mittlerer Muschelkalk.						
7b	1,04	—	57,5	—	—	—
53	1,08	—	58,4	1,34	30,8	413
70	1,09	—	—	—	—	—
84	0,98	—	71,2	—	—	—
206	—	—	—	1.46	31,4	459
208	—	—	—	1,27	—	—
Trochitenkalk.						
57	0,88	1,02	76,6	—	—	—
11b	0,98	—	68,4	1,19	—	—
220	0,91	—	—	—	—	—
203	—	—	—	1,17	—	—
207	—	—	—	1,11	25,4	282
207a	—	—	—	1,35	—	—
209	—	—	—	—	28,1	—
Thonplatten.						
32	0,94	1,16	81,6	1,23	—	—
52	0,94	1,09	76,8	1,13	35,3	399
61	—	—	80,0	—	—	—
204	—	—	—	Mischbod.	32,2	—
201	—	—	—	—	35,3	—
Tuffkalk.						
	0,92	1,00	54,4	—	—	—

Tabelle XI.

Wasserbestimmungen.

Probe No.		Wassergehalt in Gewichtsprocenten des vollkommen trockenen Bodens					
		30. Juni	17. Juli	23. Juli	29. Juli	9. Aug.	25. Jan.
		%	%	%	%	%	%
	Versuchsfeld.						
	Krume	8,5	19,3	17,3	26,5	17,9	26,8
	Untergrund	9,4	13,6	8,4	15,9	14,2	—
	Wellenkalk.						
202		7,7	18,1	14,0	19,5	11,4	22,9
38		9,4	17,0	13,0	20,7	15,2	25,3
	Mittlerer Muschelkalk.						
53	Krume	13,5	20,6	21,3	24,6	14,8	31,4
	Untergrund	14,0	18,4	19,9	24,9	18,8	—
208	Krume	13,7	23,9	24,4	24,3	19,4	30,8
	Untergrund	—	20,2	—	—	—	—
	Trochitenkalk.						
203	Krume	12,8	25,5	23,7	26,1	16,9	28,0
	Untergrund	—	29,2	24,8	22,5	14,0	23,3
207	Krume	9,1	—	22,4	29,2	16,3	25,4
	Untergrund	10,0	20,2	20,0	22,7	18,1	—
209	Krume	—	—	21,9	24,9	18,2	28,1
	Untergrund	—	—	—	—	—	—
	Thonplatten.						
52	Krume	17	—	20,9	25,7	22,5	35,3
	Untergrund	—	—	—	23,2	29,0	—
	Mischboden.						
32a	Krume	—	24,8	22,0	25,2	18,4	32,2
	Untergrund	—	—	—	—	—	—

Gebauer-Schwetschke'sche Buchdruckerei, Halle (Saale).

Lebenslauf.

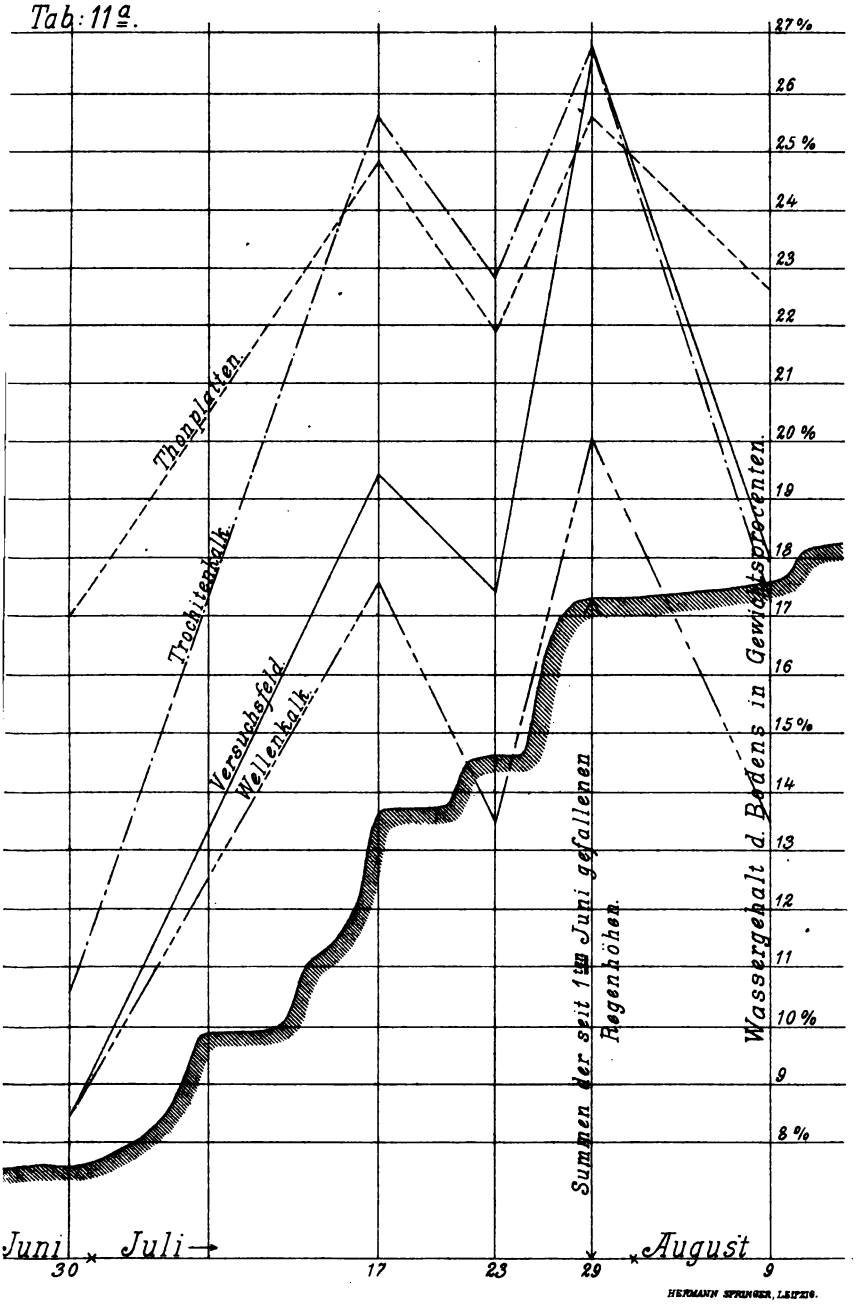
Ich, Karl Luedecke, evangelischer Confession, bin am 6. Okt. 1855 zu Teutschenthal, Prov. Sachsen, geboren, empfing meine Schulbildung in den Anstalten der Frankeschen Stiftungen zu Halle a. S., deren Realgymnasium ich 1874 mit dem Zeugniss der Reife für Prima verliess. Bis 1878 war ich als Landmesser praktisch thätig und wurde am 1. Mai dieses Jahres bei der rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Bonn immatriculirt, wo ich während vier Semestern die Vorlesungen an der landwirthschaftlichen Akademie zu Poppelsdorf bei den Professoren und Docenten Dünkelberg, Werner, Klostermann, Held, Gieseler, Havenstein, Freitag, Andrae, Schubert, Kreusler, Körnicke, Dreisch, Zuntz und Nasse hörte und mich den vorgeschriebenen kulturtechnischen und landwirthschaftlichen Prüfungen unterzog. Nach mehrjähriger praktischer Thätigkeit wurde ich 1888 von dem verstorbenen Geh. Rath Professor Dr. Drechsler als Docent für Kulturtechnik an das landwirthschaftliche Institut der Universität Göttingen berufen, wo ich gleichzeitig während zweier Semester immatrikulirt war und bei Prof. von Könen geologische und paläontologische Vorlesungen hörte. Meinen verehrten Lehrern spreche ich für die vielfache wissenschaftliche Anregung und Förderung den schuldigen Dank aus.

Im April 1890 wurde ich von der Grossherzoglich Hessischen Regierung als Kulturingenieur für die Provinz Rheinhessen berufen, in welcher Stellung ich noch jetzt thätig bin.

Mainz, im November 1892.

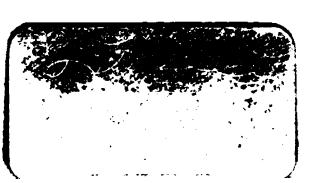
Zeitschrift für Naturwissenschaften Bd. 65 Tafel III.

Tab: 11a.



HERMANN SPRINGER, LEIPZIG.

V 554.31
L948

554.31 .L948 C.1
Untersuchungen uber Gesteine u
Stanford University Libraries
3 6105 032 158 433

741358